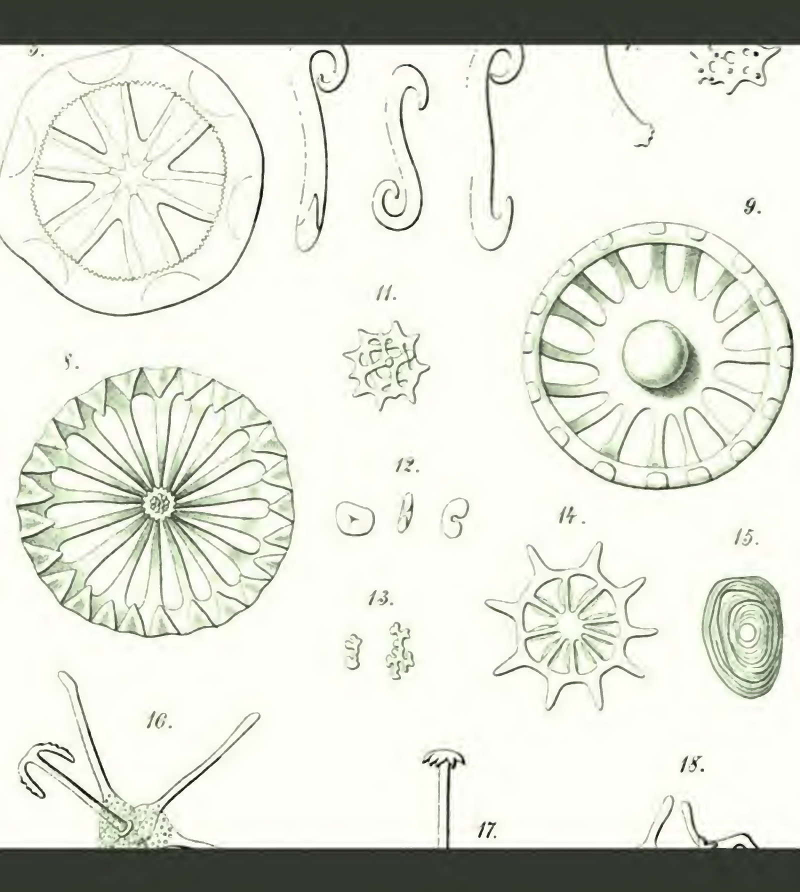
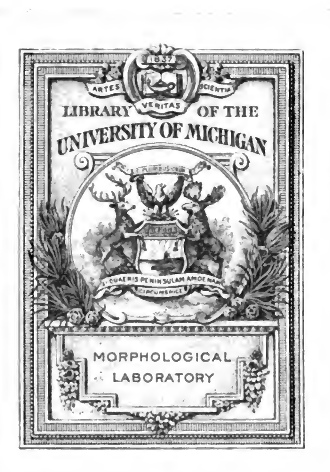


Dr. H. G. Bronn's klassen und ordnungen der thier-reichs

Heinrich Georg Bronn


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
MORPHOLOGICAL
LABORATORY



Band 2
Abt. 3
Buch 1-2

Band
abt 3
Buch 1-

DR. H. G. BRONN'S

Klassen und Ordnungen

des

THIER-REICHS,

wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. Dritte Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter)

von

Dr. Hubert Ludwig,

Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bonn.

I. Buch. Die Seewalzen.

Mit 17 Tafeln sowie 25 Figuren und 12 Karten im Text.

Leipzig.

C. F. Winter'sche Verlagshandlung.

1889—1892.

Inhaltsverzeichniss des ersten Buches.



Berichtigungen.

Seite 13. Nr. 270. Der Autorname „Thomson, C. Wyville“ gehört schon zu dieser Nr., nicht erst zu Nr. 271.

„ 15, Zeile 20 von oben, lies „(Br.)“ statt „v. Marenz.“

„ 17, Zeile 19 von oben, lies „(46)“ statt „(76)“.

„ 27, Zeile 11 von oben, lies „Phyllophorus“ statt „Thyonidium“. Zeile 8 von unten, hinter „blutroth“ ist einzuschieben „karminroth“.

„ 33, Zeile 5 von unten, lies „(Br.)“ statt „v. Marenz.“

„ 34, Zeile 20 von oben, ebenso.

„ 35, Zeile 2 von unten, lies „Phyllophorus“ statt „Thyonidium“.

„ 41, Zeile 8 von unten, lies „von Thomson (270) und“ statt „neuerdings wieder“. Zeile 3 von unten, hinter „Barrett“ ist einzuschieben „Thomson“.

„ 42, Zeile 5 von unten, lies „(I, 16)“ statt „(II, 16)“.

„ 50, Zeile 7 von unten, lies „(III, 2 b)“ statt „(III, 29)“.

„ 53, Zeile 3 von unten, hinter „manchen“ ist einzuschieben „Molpadiiden“.

„ 62, Zeile 22 von oben, hinter „Längsmuskeln“ ist einzuschieben „(Ausnahme: Pseudostichopus mollis Théel)“.

„ 76, Zeile 22 von oben, lies „Thomson“ statt „Thompson“.

„ 84, Zeile 18 von unten, hinter „Gattungen“ ist einzuschieben „(Ausnahme Eupyrgus)“.

„ 107, Zeile 2 von unten, lies „ambulatrix“ statt „ambulator“.

„ 119, in der Erläuterung von Fig. 13, vierte Zeile, lies „radialer Pseudohämalkanal“ statt „radiales Blutgefäss“.

„ 123, Zeile 21 von oben, hinter „kann“ ist der Satz einzuschieben: „Stets stehen zwei Klappen einander genau gegenüber und bilden zusammen das ganze Ventil“.

„ 171, Zeile 21 von unten, hinter „von“ ist einzuschieben „Graber (72.)“.

„ 209, in Zeile 15 und 17 von oben ist „Ankyroderma affine Dan. u. Kor.“ und „Ankyroderma jeffreysii Dan. u. Kor.“ zu streichen; in Zeile 20 ist hinter „(238)“ einzuschieben „und Ankyroderma jeffreysii Dan. u. Kor. (30.)“.

„ 242, Fig. 17 soll mit 18 bezeichnet sein und rechts stehen, dagegen soll Fig. 18 mit 17 bezeichnet sein und links stehen.

„ 326 u. 355. Ueber die hier nöthige Abänderung in der Diagnose der Paractinopoda ist die Bemerkung auf S. 460 zu vergleichen.

„ 357, Zeile 7 von unten, lies „938 Faden; abyssicola“ statt „2100 Faden; abyssorum“.

Erklärung von Tafel VII, Fig. 15, lies „c Pseudohämalgefäss“ statt „c Blutgefäss“.

In Tafel X ist die Fig. 2 so gedreht zu denken, dass die mit c bezeichnete Stelle nach oben gerichtet ist.

I. Klasse.

Seewalzen. Holothurioidea.

In der Richtung der Hauptaxe walzen- oder wurmförmig gestreckte Stachelhäuter mit mehr oder weniger ausgesprochener Bilateral-Symmetrie des Körpers; Haut gewöhnlich weich bis lederartig, mit unregelmässig angeordneten, meist mikroskopisch kleinen Kalkkörpern; Mund am Vorderende der Hauptaxe gelegen und von Fühlern umstellt; After stets vorhanden, am hinteren Ende der Hauptaxe; Füsschen vorhanden oder fehlend; keine äussere Madreporenplatte.

Allgemeiner Ueberblick.

In seiner natürlichen Haltung liegt der Körper der Seewalzen mit seiner Längsaxe, die zugleich die Hauptaxe ist, der Unterlage parallel; Mund- und Afterende der Hauptaxe sind indessen nicht selten aufwärts gekrümmt oder auch etwas an die Unterseite gerückt. Die Fühler deuten gewöhnlich in ihrer Zahl und Anordnung den fünfstrahligen Bauplan an, der sich oft noch deutlicher darin ausprägt, dass die Füsschen auf fünf vom Munde bis zum After reichenden Längszonen angebracht sind. Diese Zonen heissen Ambulacra oder Radien, während die fünf zwischen ihnen gelegenen Bezirke den Namen Interambulacra oder Interradien führen. Von der walzenförmigen und deutlich fünfstrahligen Grundform weichen zahlreiche Arten dadurch ab, dass sich entweder eine Kriechsohle ausbildet oder die Füsschen in einzelnen oder sämmtlichen Radien fehlen oder sich auch über die Interradien verbreiten. Die Kriechsohle kommt dadurch zu Stande, dass sich die der Unterlage zugekehrte Körperseite mehr und mehr abflacht und so als Bauchseite (Bauch) von der gewölbten Rückenseite (Rücken) unterscheidet. Die fünf Ambulacra vertheilen sich bei der Ausbildung einer Bauchseite so, dass ein Ambulacrum die Mittellinie, die beiden benachbarten die Seitenränder der Bauchseite einnehmen, die beiden übrigen aber rechts und links von der Mittellinie des Rückens verlaufen. Zur Bauchseite gehören demnach 3 Ambulacren und 2 Interambulacren, zur Rückenseite 2 Ambulacren und 3 Interambulacren. Mit

Rücksicht auf diese Vertheilung der Ambulacren wird die Bauchseite auch als Trivium, die Rückenseite als Bivium bezeichnet. Mit der Ausbildung einer Kriechsohle nimmt die Seewalze auch äusserlich einen bilateral-symmetrischen Bau an, der aber auch sonst in der inneren Organisation stets mehr oder weniger scharf zum Ausdrucke kommt.

Die Fühler sind ebenso wie die Füsschen Anhänge des Wassergefäss-systemes. Zahl, Form und Stellung der Fühler sind von besonderem Interesse für die Systematik. Der ganze Fühlerkranz kann zurückgezogen werden. Die Füsschen besitzen an ihrem freien, abgestutzten Ende ein Saugscheibchen oder entbehren desselben und endigen dann kegelförmig; im letzteren Falle werden sie als Ambulacralpapillen bezeichnet. Nach innen von der Haut, welche durch den Besitz zahlreicher und eigenthümlich geformter Kalkkörper ausgezeichnet ist, folgt die Quermuskulatur der Körperwand und noch weiter nach innen, im Bereiche der Ambulacren, fünf kräftig entwickelte Längsmuskeln. Der Schlundtheil des Darmes ist von einem gewöhnlich aus 10 Stücken zusammengesetzten Kalkringe umgeben. Der Darm selbst biegt in der Regel im Hinterende des Körpers um, verläuft dann zurück bis in's Vorderende des Körpers, um hier nochmals umzubiegen und nun erst zum After zu ziehen. In seinem Verlaufe ist der Darm durch Mesenterien an die Innenfläche der Körperwand befestigt. Mit dem Enddarm verbindet sich bei den meisten Holothurien ein doppeltes, baumförmig verästeltes Athmungsorgan, welches mit dem Darme zusammen durch eine Kloake mit der Aussenwelt in Verbindung steht. Dicht hinter dem Kalkringe wird der Darm von dem Ringkanale des Wassergefässsystemes umgeben. Der Ringkanal trägt eine oder mehrere sog. Poli'sche Blasen, sowie den verkalkten Steinkanal, der durch die Poren seines gewöhnlich verdickten freien Endes eine offene Verbindung des Wassergefässsystemes mit der Leibeshöhle herstellt. Dem Kalkringe liegt ferner der centrale Nervenring an, von welchem insbesondere fünf radial, d. h. in den Ambulacren verlaufende Nervenstämme entspringen, die nach aussen von den fünf, die Füsschen versorgenden radialen Wassergefässen liegen. Die Geschlechtsorgane kommen immer nur in einem einzigen Interradius zur Ausbildung und zwar stets in demjenigen, der bei Ausbildung einer Bauchfläche die Mitte des Rückens einnimmt und deshalb als der mittlere dorsale bezeichnet wird. Die äussere Geschlechtsöffnung liegt entweder innerhalb oder dicht hinter dem Fühlerkranze, immer aber in der dorsalen Mittellinie. Nur wenige sind zwitterig, alle übrigen getrennt geschlechtlich. Die Entwicklung durchläuft meistens eine oder mehrere Larvenformen. Alle sind Meeresbewohner.

A. Einleitung.

I. Name.

Bei den älteren Autoren (Belon, Aldrovandi, Jonstonus) führen die Seewalzen die Bezeichnungen: genitale marinum, mentula marina, priapus marinus, pudendum, denen das italienische cazzo di mare und das griechische ψωλή entsprechen — alles Namen, deren Sinn Bohadsch mit Bezug auf die ihm vorliegende Seewalze also erläutert: „aquam ejicit, corpusque instar ligni indurescit, quae indurescentia, aquae ejaculatio una cum cylindrica corporis forma ansam dedisse videtur, quod hoc genus veteres mentulam appellarent". Auch das Aristotelische, von Rondelet wieder aufgenommene und seit Linné allgemein üblich gewordene „ὁλοθούριον" hat eine ähnliche Bedeutung, da das Wort mit θούριος = θουραῖος zusammenhängt, welches entsprechend dem lateinischen salax die Nebenbedeutung „geil" hat.

Auf dem Vergleiche mit einer Gurke beruht die Bezeichnung des Plinius: cucumis marinus, die nach Grube's Angabe noch heute an der Adria als cucumero di mare*) in Gebrauch ist.

Von den skandinavischen Forschern nennt sie Gunner Seebeutel (schwedisch sjö-punge) und Lütken Seewürste (dänisch sø-pølser).

Als deutsche Bezeichnung versuchte Oken den Namen „Trule" einzuführen, den er aber selbst später aufgab und durch Spritzwürmer ersetzte. Burmeister nannte sie Lederhäuter, auch Sternwürmer. Bronn gebrauchte die Namen Walzenstrahler und Lederstrahler. Andere zogen die Bezeichnungen Seewalzen und Seegurken vor. Von all' diesen Benennungen hat sich als deutscher Name für die ganze Klasse am meisten das Wort Seewalzen eingebürgert.

In der wissenschaftlichen Terminologie begegnet man am häufigsten solchen Bezeichnungen, welche von dem Namen der Hauptgattung abgeleitet sind, so *Holothuridea* bei Blainville, *Holothurina* bei Brandt, *Holothurida* bei Gray, *Holothurioidae* bei L. Agassiz und endlich bei v. Siebold *Holothurioidea.* Diese Siebold'sche Wortbildung ist auch von Bronn in der ersten Ausgabe dieses Werkes in Anwendung gebracht

*) Für *Cucumaria Planci*, während dort die *Holothuria tubulosa* als cazzo di mare unterschieden wird. Nach Krohn heisst ferner *Stichopus regalis* bei den Neapolitanern pagnotella di mare „wegen der Aehnlichkeit mit den dortigen Brödchen".

und seitdem zur herrschenden geworden. Von anderen wissenschaftlichen Namengebungen ist weder Fleming's *Fistulidae*, noch das von Forbes vorgeschlagene *Cirrhi-Vermigrada* oder das Bronn'sche *Scytactinota* oder gar das Austen'sche *Ascidiastella* in Aufnahme gekommen, während das von Burmeister gebildete *Scytodermata* auch jetzt noch häufig gebraucht wird.

II. Literatur.

(Auf die Nummern dieses einigermaassen vollständigen Literaturverzeichnisses wird im Texte in der Weise verwiesen, dass hinter dem Namen des Autors die betreffende Nummer, eingeklammert und mit arabischen Ziffern, beigefügt ist.)

(1) **Agassiz, A.,** On the Embryology of Echinoderms. Memoirs of the American Academy. Vol. IX. 1864. 4°. Mit 4 Taf.

(2) —— Embryological Monograph of Echinodermata. Memoirs of the Mus. of Comp. Zool. Harvard College. Vol. IX, No. 2. Cambridge, Mass. 1883. 4°. 15 Tafeln.

(3) —— Bibliography to accompany „Selections from Embryological Monographs". II. Echinodermata. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College. Vol. X, No. 2. Cambridge, Mass. 1882.

(4) **Aldrovandi, Ulysses,** De animalibus exsanguibus libri quatuor. Liber quartus de Zoophytis. Bononiae 1642. Fol.

(5) **Anderson, John,** On an apparently new Form of Holothuria. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3. Ser. Vol. IX. London 1862. p. 189—191. Pl. XI.

(6) **Aristoteles,** Thierkunde. Herausgeg. v. H. Aubert u. Fr. Wimmer. 2 Bde. 8°. Leipzig 1868.

(7) **Ayres, W. O.,** Notices of Holothuridae. Proceed. of the Boston Society of Natural History. Vol. IV. 1851—1854. Boston 1854. p. 5—7, 11—12, 25—27, 31—32, 35—37, 46—47, 52—54, 60—61, 63—64, 69—70, 102—103, 143—145, 207—208, 214—215, 243—246.

(8) **Barrett, Lucas,** Descriptions of four new species of Echinodermata. Ann. and Mag. Nat. Hist. II. Ser. Vol. XX. London 1857. p. 46—48. Pl. IV.

—— siehe auch **M'Andrew.**

—— siehe auch **S. P. Woodward.**

(9) **Barrois, Théod.,** Catalogue des Crustacés Podophthalmaires et des Echinodermes, recueillis à Concarneau. Lille 1882. 8°.

(10) **Baur, Albert,** Beiträge zur Naturgeschichte der *Synapta digitata*. Dresden 1864. (Nova Acta Acad. Leop. Carol. Vol. XXXI.) 4°. Mit 8 Taf.

(11) **Bell, F. Jeffr.,** Echinodermata of the Straits of Magellan and of the Coast of Patagonia (Zoological Collections of H. M. S. „Alert"). Proceed. Zool. Soc. London 1881. p. 87—101. Pl. VIII and IX.

(12) —— Studies in the Holothuroidea. I. Proceed. Zool. Soc. London 1882. p. 641—650. Pl. XLVIII.

(13) —— II. Ibidem. 1883. p. 58—62. Pl. XV.

(14) —— III. Ibidem, 1884. p. 253—258.

(15) —— IV. Ibidem, 1884. p. 372—376.

(16) —— V. Ibidem, 1884. p. 563—565.

(17) —— VI. Ibidem, 1887. p. 531—534. Pl. XLV.

(18) —— On the Spicules of *Cucumaria hyndmanni*, *C. calcigera*, and two allied forms. Journ. Roy. Microscop. Soc. Ser. II. 1883. Vol. III. p. 481—484. Pl. VIII.

(19) —— Echinodermata in: Report on the Zoological Collections made in the Indo-Pacific Ocean, during the Voyage of H. M. S. „Alert" 1881—1882. London 1884. p. 117—152. Pl. IX, u. p. 509—511.

(20) —— On the Holothurians of the Mergui Archipelago. Journ. Linn. Soc. Zool. Vol. XXI. 1886. p. 25—28. Pl. 2.

(21) —— Report on a Collection of Echinodermata from the Andaman Islands. Proceed. Zool. Soc. London 1887. p. 139—145. Pl. XVI. 8°.

(22) **Bell, F. Jeffr.,** The Echinoderm Fauna of the Island of Ceylon. Scientific Transact. Roy. Dublin Society. Vol. III. Dublin 1887. p. 643—658. Pl. 39 and 40.

(23) —— On the Term Mülleria as applied to a genus of Holothurians. Ann. Mag. Nat. Hist. V. Ser. Vol. 19. 1887. p. 392.

(24) —— Further Note on the Generic Name Mülleria. Ibid. Vol. 20. 1887. p. 148.

(25. 26) **Belon (Belonius), Petrus,** De aquatilibus libri II. Paris 1553. p. 441.

(27) **Berlin, W.,** Notiz über die in der Leibeshöhle der *Synapta digitata* vorkommenden Körper. Müller's Archiv 1853. p. 442—444.

(28) **Blainville, H. M. D. de,** Artikel: Zoophytes in dem Dictionnaire des sciences naturelles. T. 60. Paris 1830.

(29) —— Manuel d'Actinologie ou de Zoophytologie; avec Atlas. Paris 1834. 8°.

(30) **Bohadsch, Joh. Bapt.,** De quibusdam animalibus marinis, eorumque proprietatibus, orbi litterario vel nondum vel minus notis. Dresden 1761.

(31) —— Beschreibung einiger minderbekannten Seethiere, übers. von Nath. Gottfr. Leske. Dresden 1776. 4°.

(32) **Brady, George Stewardson,** and **David Robertson,** Descriptions of two new Species of British Holothurioidea. Proceed. Zool. Soc. London 1871. p. 690—692. Pl. 71 and 72.

(33) **Brandt, Joh. Frid.,** Prodromus descriptionis animalium ab H. Mertensio observatorum. Fasc. I. Petropoli 1835. 4°.

(34) **Bronn,** Die Klassen und Ordnungen der Strahlenthiere (*Actinozoa*) wissensch. dargestellt in Wort u. Bild. (Klassen u. Ordnungen d. Thierreiches. 2. Bd.) Leipzig u. Heidelberg. 1860. 8°.

Bütschli, O., siehe **Möbius.**

(35) **Burmeister, Hermann,** Handbuch der Naturgeschichte. 2. Abth. Zoologie. Berlin 1837. 8°.

(36) **Carus, J. V.,** Prodromus faunae mediterraneae. Vol. I. Stuttgart 1885. 8°.

(37) **Chamisso, Adalb. de,** et **Car. Guil. Eysenhardt,** De animalibus quibusdam e classe vermium linneana, in circumnavigatione terrae, auspicante Comite N. Romanzoff, duce Ottone de Kotzebue, annis 1815—1818 peracta, observatis. Fasc. II. Nova Acta Acad. Caes Leopoldino-Carolinae nat. cur. T. X. Bonnae 1821. p. 345—374. Tab. XXIV—XXXIII.

(38) **Chiaje, Stefano Delle,** Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli. 4 Voll. Napoli 1823, 1825, 1828. 1829.

(39) —— Descrizione e notomia degli animal invertebrati della Sicilia citeriore. 5 Voll. Napoli 1841.

(40) **Collier, Charles,** Ueber den Tripang oder Bicho de Mar. Froriep's Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde. Bd. 28. 1830. p. 17—22.

(41) **Columna, Fabius,** Aquatilium et terrestrium aliquot animalium aliorumque naturalium rerum observationes. Romae 1616.

(42) **Costa, Achilles,** Mémoire sur les tégumens des Holothuries (Extrait). Annales des scienc. nat. II. Sér. T. XIX. Paris 1843.

(43) —— Descrizione di una nuova Oloturia. Annuario del museo zoologico della R. Università di Napoli. Anno V (1865). Napoli 1869. p. 57—59. Taf. III, Fig. 3.

(44) **Coues, Ell.** and **H. C. Yarrow,** Notes on the natural history of Fort Macon, N. C. No. 5. Proceed. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1878. Part 2, p. 297—315.

(44a) **Cuvier, G.,** Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux. Paris 1798.

(45) —— Le règne animal, distribué d'après son organisation. T. IV. Paris 1817. 8°.

(46) —— Leçons d'anatomie comparée. 5 Voll. Paris, an VIII—XIV (1799—1805). 8°.

(47) **Dalyell, Sir John G.,** Ueber die Wiedererzeugung von verlorengegangenen Organen, welche die Funktionen von Kopf und Eingeweiden besorgen, bei Holothurien und Amphitriten. Froriep's Neue Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde. Bd. 16. 1840. p. 1—5.

(48) —— The Powers of the Creator displayed in the creation. Vol. I. London 1851. 4°.

(49) **Danielssen, D. C.,** og **J. Koren,** Echinodermer fra den Norske Nordhavs Expedition. Nyt Magaz. for Naturvid. Vol. XXIV. Christiania 1878. p. 229—267. Pl. I—IV. Vol. XXV. 1879. p. 83—140. Pl. I—VI.

(50) —— —— Holothurioidea. (The Norwegian North-Atlantic Expedition 1876—1878. Zoology.) Christiania 1882. Fol. With 13 plates and 1 map.

Danielssen, siehe auch **M. Sars.**

(51) **Dicquemare,** Le Fleurilardé. Observations sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts (Journal de physique). T. XII. Octobre 1778. Paris. p. 283—284. Pl. I. 4°.

(52) **Dohrn, A.,** Mittheilungen aus und über die zoologische Station zu Neapel. Zeitschr. f. wissensch. Zool. XXV. 1875. p. 457—480.

(53) **Düben, M. W. von, und J. Koren,** Om Holothuriernas Hudskelett. K. Vet. Akad. Handl. Stockholm 1844. p. 211—228. Tab. IV u. V.

(54) —— Öfversigt af Skandinaviens Echinodermer. Ibidem. p. 229—328. Tab. VI—XI.

(55) **Dujardin, F., et H. Hupé,** Histoire naturelle des Zoophytes Echinodermes. Paris 1862. 8°. Avec 10 planches.

(56) **Duncan, P. Martin, and W. Percy Sladen,** A Memoir on the Echinodermata of the Arctic Sea to the West of Greenland. London 1881. Fol. With 6 plates.

(57) **Ehrenberg, Chr. G.,** Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika. Abhandl. d. Kgl. Akad. d. Wiss. Berlin aus 1841. I. Th. p. 291—446.

(58) **Emery, C.,** Fierasfer, Monographie. Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel. Bd. II. Leipzig 1880. 4°. Mit 9 Taf.

(59) **Eschscholtz, Friedr.,** Zoologischer Atlas, enthaltend Abbildungen und Beschreibungen neuer Thierarten, während des Flottcapitains von Kotzebue zweiter Reise um die Welt (1823—1826) beobachtet. Berlin 1829—1833. Fol. (5 Hefte.)

(60) **Etheridge, R.,** On the presence of scattered skeletal remains of Holothurioidea in the Carboniferous Limestone Series of Scotland. Roy. Physical Soc. Edinburgh. Vol. VI. 1881. Pl. V and VI.

(61) **Fabricius, Otho,** Fauna groenlandica. Hafniae et Lipsiae 1780. 8°.

(62) **Fischer, F.,** Echinodermen von Jan Mayen. Wien 1886. 4°. (Aus: Die internationale Polarforschung 1882—1883.)

(63) **Fleming, John,** A history of British Animals. Edinburgh 1828. 8°.

(64) **Forbes, Edward,** A history of British Starfishes and other animals of the class Echinodermata. London 1841. 8°.

(65) **Forskål, Petrus,** Descriptiones animalium, quae in itinere orientali osservavit; post mortem auctoris edid. C. Niebuhr. Hauniae 1775. 4°.

(66) —— Icones rerum naturalium, quas in itinere orientali depingi curavit; edidit Carsten Niebuhr. Hauniae 1776. 4°.

(67) **Frey, H.,** Ueber die Bedeckungen der wirbellosen Thiere. Göttinger Studien Bd. III, Göttingen 1847. p. 709—810.

(68) **Gaertner, Joseph,** An Account of the *Urtica marina*. Philosophical Transactions. Vol. LII, for 1761. London 1762. p. 75—85. Tab. Ib.

Gaimard, siehe **Quoy.**

(69) **Gmelin, J. F.,** Linnaei systema naturae. Editio XIII. Lipsiae 1788.

(70) **Götte, A.,** Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Echinodermen (*Auricularia*). Zoolog. Anzeiger No. 59. 1880. p. 324—326.

(71) **Goldfuss, G. A.,** Handbuch der Zoologie. Erste Abth. Nürnberg 1820. 8°.

(72) **Graber, V.,** Beitrag zur Histologie der Stachelhäuter. (Jahresber. des k. k. Staatsgymnasiums zu Graz. p. 45—54.) Graz 1872. 8°. Mit 2 Tafeln.

(73) **Graeffe, Ed.,** Uebersicht der Seethierfauna des Golfes von Triest. I. Die Echinodermen. Wien 1881. 8°. (Aus: Arbeiten zoolog. Institut Wien, III, 3.)

(74) **Gravenhorst, J. L. C.,** Tergestina, oder Beobachtungen u. Untersuchungen über einige bei Triest im Meere lebende Arten. Breslau 1831.

(75) **Gray, J. E.,** Description of *Rhopalodina*, a new form of Echinodermata. Ann. and Mag. Nat. Hist. II. Ser. Vol. 11. 1853. p. 301—302.

(76) —— List of the specimens of british animals in the collection of the British Museum. Part. I. Centroniae or radiated animals. London 1848.

(77) **Greeff, R.,** Ueber den Bau der Echinodermen. 3. Mittheil. Sitzungsber. d. Gesellsch. z. Beförd. d. gesammt. Naturw. zu Marburg 1872. p. 158—172.

(78) —— 4. Mittheil. Ebendort 1876. p. 16—37.

(79) —— Echinodermen, beobachtet auf einer Reise nach der Guinea-Insel São Thomé. Zool. Anzeiger 1881. No. 105, 106 u. 107.

(80) **Gronen,** Die Trepang-Fischerei in Nord-Australien. Zoolog. Garten, 22. Jahrg. 1881. No. 3. p. 94—95.

(81) **Grube, Ad. Ed.,** Aktinien, Echinodermen und Würmer des Adriatischen und Mittelmeers. Königsberg 1840. 4°. Mit 1 Taf.

(82) **Grube, Ad. Ed.,** Ueber die Holothurien-Gattungen *Chirodota* und *Synapta*. Müller's Archiv 1850. p. 111—116.

(83) — Ueber *Chirodota discolor* Eschsch., in: Th. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens. Bd. II. Zoologie. 1. Theil. 1851. p. 35—42. Pl. IV, Fig. 1—9.

(84) — Ein Ausflug nach Triest und dem Quarnero. Berlin 1861. 8°. Mit 5 Taf.

(85) — Die Insel Lussin und ihre Meeresfauna. Breslau 1864. 8°. Mit 1 Taf. u. 1 Karte.

(86) — Mittheilungen über St. Vaast-la-Hougue. Abhandlungen d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur. Breslau 1869. p. 91—129.

(87) — *Cucumaria villosa* n. sp. 48. Jahresbericht d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur. Breslau 1871. p. 88.

(88) — Mittheilungen über St. Malo und Roscoff. Abhandlungen d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur. Breslau 1872. p. 75—146.

(89) **Gunnerus, Joh. Ernst,** Beschreibung dreyer norwegischer Seewürmer, Seebeutel genannt. Abhandlungen d. Kgl. schwed. Akad. d. Wiss. auf das Jahr 1767. Deutsche Ausgabe. Bd. 29. Leipzig 1770. p. 121—130. Tab. IV. 8°.

(90) **Guppy, H. B.,** On Coral-eating Habits of Holothurians. Nature XXVII. 1883. p. 7—8.

Haacke, siehe **Möbius** (174).

(91) **Hamann, Otto,** Beiträge zur Histologie der Echinodermen. I. Die Holothurien (*Pedata*) und das Nervensystem der Asteriden. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XXXIX. 1883. p. 145—190. Taf. X—XII.

(92) — II. 1. Das Nervensystem der pedaten Holothurien (Fortsetzung). 2. Die Cuvier'schen Organe. 3. Nervensystem u. Sinnesorgane der Apedaten. Ibidem. p. 309—333. Taf. XX—XXII.

(93) — Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 1. Die Holothurien. Jena 1884. 8°. Mit 6 Taf.

(94) — Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XLVI. 1887. p. 80—98. Taf. XI.

(95) **Held, G. F.,** Die Kalkkörper der Synapten. Zürich 1857. Mit 1 Taf. Auch in: Vierteljahrsschr. d. naturf. Gesellsch. in Zürich. Bd. 2. 1857. p. 243—271. Taf. II.

(96) **Heller, Cam.,** Die Zoophyten und Echinodermen des adriatischen Meeres. Wien 1868. 8°. Mit 3 Taf.

(97) **Herapath, W. B.,** On the Genus *Synapta*, with some new British Species. Quart. Journ. Microsc. Science. New Series. Vol. V. 1865. p. 1—7. Pl. I.

(98) **Herdman, W. A.,** Report upon the *Crinoidea*, *Asteroidea*, *Echinoidea* and *Holothurioidea*. 8°. Liverpool 1886. Proceed. Lit. Phil. Soc. Liverpool. Vol. XL, Appendix.

(99) **Herklots, J. A.,** Échinodermes, peintes d'après nature par les soins de Kuhl, van Hasselt et Sal. Müller. Leiden 1868. Fol.

(100) **Hérouard, Ed.,** Sur le *Colochirus Lacazii* n. sp. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. T. 105. 1887. No. 4. p. 234—236.

(101) — Sur la formation des corpuscules calcaires chez les Holothuries. Ibidem. No. 19. p. 875—876.

(102) — Sur le système lacunaire dit sanguin et le système nerveux des Holothuries. Ibidem. No. 25. p. 1273—1275.

(103) **Hodge, G.,** Catalogue of the Echinodermata of Northumberland and Durham. Nat. Hist. Transact. Northumberland and Durham. Vol. IV. P. 1. Newcastle 1871. p. 120 bis 150. Pl. I—IV.

(104) **Hoeven, J. van der,** Handbuch der Zoologie. 2. Bde. Leipzig 1850—1856.

(105) **Hoffmann, C. K.,** Echinodermen, gesammelt während der arktischen Fahrten des „Willem Barents" in den Jahren 1878 u. 1879. Niederländ. Archiv f. Zool. Supplementband I. 1881—1882. p. 16—20. Fig. 1—7.

(106) **Howell, W. H.,** Observations upon the Blood of Limulus, Callinectes and a species of Holothurian. Stud. Biol. Lab. J. Hopkins Univ. Vol. 3. 1886. p. 267—287. Tab. XVIII.

(107) — Note on the presence of Haemoglobin the Echinoderms. Ibid. p. 289—291.

Hupé, H., siehe **Dujardin.**

(108) **Hutton, F. W.,** Catalogue of the Echinodermata of New-Zealand. 8°. New-Zealand 1872.

(109) — Notes on some New-Zealand Echinodermata, with Descriptions of a new Species. Transact. and Proceed. New-Zealand Instit. (1878). Vol. XI. Wellington 1879. Art. 31. p. 305—308.

(110) **Jäger, Guil. Frid.,** De Holothuriis. Diss. inaug. 4°. Turici 1833.

(111) **Johnston, G.,** Illustrations in British Zoology (*Mülleria papillosa*). Loudon's Mag. Nat. Hist. Vol. 7. 1834. p. 584—588.

(112) — (*Cuvieria phantapus.*) Ibidem. Vol. 9. 1836. p. 472—474.

(113) **Jonstonus, Joh.,** Historiae naturalis de exanguibus aquaticis libri IV. Francofurti ad M. 1650.

(114) **Jourdan, Et.,** Recherches sur l'histologie des Holothuries. Annales du musée d'hist. nat. de Marseille. Zoologie. T. I. No. 6. Marseille 1883. 4°. Avec 5 planches.

(115) **Keferstein, Wilh.,** Ueber *Rhabdomolgus ruber* gen. et sp. n., eine neue Holothurie. In dessen: Untersuchungen über niedere Seethiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XII. 1862. p. 34—35. Taf. XI, Fig. 30.

(116) **Kent, W. Saville,** The supposed Coral-eating Habits of Holothurians. Nature XXVII. 1883. p. 432.

(117) **Kingsley, J. S.,** Contributions to the Anatomy of the Holothurians. Mem. Peabody Acad. Sc. Vol. I. No. 5. Salem, Mass. 1881. p. 1—14. Pl. I—II.

(118) **Kölliker, A.,** Untersuchungen zur vergleichenden Gewebslehre. Verhandlungen des medicinisch-physikalischen Vereins zu Würzburg 1857.

(119) **Koren, J.,** Beskrivelse over *Thyone fusus* og *Cuvieria squamata.* Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. IV. Bd. 3. Heft. Christiania 1844. p. 203—225. 3 Taf.

— siehe auch **Danielssen.**

— siehe auch **Düben.**

— siehe auch **M. Sars.**

(120) — et **D. C. Danielssen,** Fauna littoralis Norvegiae. Part 3. Bergen 1877. Fol. (Siehe auch M. Sars.)

(121) **Kowalevsky, A.,** Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Holothurien. Mém. de l'Acad. impér. des scienc. de St.-Pétersbourg. VII. Série. T. XI. No. 6. St.-Pétersbourg 1867. 4°. Mit 1 Taf.

(122) **Krohn, A.,** Ueber die männlichen Zeugungsorgane der Ascidien und Salpen. Froriep's Neue Notizen aus dem Gebiet der Natur- und Heilkunde. Bd. 17. 1841. p. 49—53. (Steinkanal der Holothurien.)

(123) — Ueber die Anordnung des Nervensystems der Echiniden und Holothurien im Allgemeinen. Müller's Archiv 1841. p. 1—13. Taf. I, Fig. 1—5.

(124) — Beobachtungen aus der Entwicklungsgeschichte der Holothurien und Seeigel. Müller's Archiv 1851. p. 344—352. Taf. XIV, Fig. 2—5.

(125) — Ueber die Entwicklung der Seesterne und Holothurien. Müller's Archiv 1853. p. 317—321. Taf. VII, Fig. 7.

(126) **Krukenberg, C. F. W.,** Ueber die Enzymbildung in den Geweben und Gefässen der Evertebraten. Untersuch. physiol. Institut Heidelberg. 2. Bd. 1879. p. 338—377 (mit einem Nachtrag).

(127) — Weitere Studien über die Verdauungsvorgänge bei Wirbellosen. Vergleichend-physiolog. Studien an den Küsten der Adria. 1. Abth. Heidelberg (1879) 1880. p. 55—76.

(128) — Vergleichend-toxikologische Untersuchungen als experimentelle Grundlage für eine Nerven- und Muskelphysiologie der Evertebraten. Ebendort. p. 77—155.

(129) — Zur Kenntniss des Hämocyanins und seiner Verbreitung im Thierreiche. Centralbl. f. d. medic. Wiss. 1880. No. 23.

(130) — Vergleichend-physiolog. Studien an den Küsten der Adria. II. Abth. Heidelberg 1880.

(131) — Vergleichend-physiolog. Studien zu Tunis, Mentone und Palermo. III. Abth. Heidelberg 1880. p. 104—111.

(132) — Totaler Albinismus bei *Cucumaria Planci.* Vergleichend-physiol. Studien, 2. Reihe, 1. Abth. 1881. p. 148—150.

(133) **Lamarck, J. B. P. A. de,** Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. I. éd. T. III. Paris 1816. II. éd. T. III. Paris 1840. 8°.

(134) **Lampert, Kurt,** Die Seewalzen. (In: Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. IV. Bd. 3. Abth.) Wiesbaden 1885. 4°. Mit 1 Taf.

(135) — Die Holothurien von Süd-Georgien nach der Ausbeute der deutschen Polarstation in 1882 u. 1883. Hamburg 1886. 8°. Mit 1 Taf. (Jahrbuch der wissensch. Anstalten zu Hamburg. II.)

(136) **Lankaster,** Note on the Synaptae of Guernsey and Herm. Quart. Journ. Microsc. Sc. Vol. 29. 1868. p. 53—54.

(137) **Leach, W. E.,** Zoological Miscellany. 3 vols. London 1814—1817.

(138) **Lesson, R. P.,** Centurie zoologique ou choix d'animaux rares, nouveaux ou imparfaitement connus. Paris 1830. 8°. (Auch in: Duperrey, L. J., Voyage autour du monde de la corvette la Coquille. Vol. II. Part. 2. Paris 1830. 4°.)

(139) **Lesueur, C. A.,** Description of several new Species of Holothuria. Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Vol. IV. Part I. Philadelphia 1824. p. 155—163.

(139a) **Leuckart, R.,** Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1848.

(140) —— Nachträge und Berichtigungen zu dem ersten Bande von J. van der Hoeven's Handbuch der Zoologie. Leipzig 1856.

(141) **Levinsen, G. M. R.,** Kara-Havets Echinodermata. In: Lütken, Dijmphna-Togtets zoologisk-botaniske Udbytte. Kjøbenhavn 1886. 8°. p. 381—418. Tab. XXXIV u. XXXV. Résumé p. 513—514.

(142) **Leydig, Franz,** Anatomische Notizen über *Synapta digitata.* Müller's Archiv 1852. p. 507—519. Taf. XIII. Fig. 4—11.

(143) —— Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Müller's Archiv 1854. p. 296—348. Taf. XII u. XIII.

(144) —— Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857. 8°.

(145) **Linnaeus, Carol. a,** Systema naturae. Edit. X. Holmiae 1758. Edit. XII. Halae et Magdeburgicae 1766—1768. Edit. XIII. siehe Gmelin.

(146) **Ljungman, A. W.,** Förteckning öfver Spetsbergens Holothurider. Öfversigt af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandlingar Stockholm 1879. No. 9. p. 127—131.

(147) **Ludwig, Hubert,** Beiträge zur Kenntniss der Holothurien Arbeiten aus d. zoolog.-zootom. Institut Würzburg. II. Bd. Würzburg 1874. Mit 2 Taf. *Thyonidium occidentale* n. sp. Nachtrag zu den „Beiträgen etc.". Ebendort.

(148) —— Ueber *Rhopalodina lageniformis* Gray und die darauf gegründete Klasse *Diplostomidea* Semper. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXIX. 1877. p. 197—205. Taf. XIII.

(149) —— Die Echinodermen des Mittelmeeres; Prodromus einer monographischen Bearbeitung derselben. Mittheil. zool. Station Neapel. Bd. I. Leipzig 1879. p. 523—580.

(150) —— Ueber den primären Steinkanal der Crinoideen, nebst vergleichend-anatomischen Bemerkungen über die Echinodermen überhaupt. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXIV. 1880. p. 310—332. Taf. XII—XIII.

(151) —— Ueber einige seltenere Echinodermen des Mittelmeeres. Mittheil. zool. Station Neapel. Bd. II, 1. Leipzig 1880. p. 53—71. Taf. IV.

(152) —— Echinodermata, in: Kossmann's Reise nach dem Rothen Meere. V. 1880. 4°.

(153) —— Ueber eine lebendiggebärende Synaptide und zwei andere neue Holothurienarten der brasilianischen Küste. Archives de Biologie. Vol. II. 1881. p. 41—58. Taf. III.

(154) —— Revision der Mertens-Brandt'schen Holothurien. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXXV. 1881. p. 575—599.

(155) —— Verzeichniss der von Prof. Dr. Ed. van Beneden an der Küste von Brasilien gesammelten Echinodermen. Mém. cour. et des sav. étrang. de l'Acad. roy. de Belgique. T. 44. 1882.

(156) —— List of the Holothurians in the Collection of the Leyden Museum. Notes from the Leyden Museum. Note X. Vol. IV. 1882. p. 127—137.

(157) —— Verzeichniss der Holothurien des Kieler Museums. 22. Bericht d. Oberhess. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde. Giessen 1883. p. 155—176.

(158) —— Echinodermen des Beringsmeeres. Zoolog. Jahrbücher Bd. I. 1886. p. 275—296. Taf. VI.

(159) —— Ueber sechsstrahlige Holothurien. Zoolog. Anzeiger 1886. No. 229.

(160) —— Die von G. Chierchia auf der Fahrt der Kgl. Ital. Corvette „Vettor Pisani" gesammelten Holothurien. Zoolog. Jahrbücher Bd. II. 1886. p. 1—36. Taf. I u. II.

(161a) —— Drei Mittheilungen über alte und neue Holothurienarten. Sitzungsber. Berliner Akad. 1887. No. 54. Mit 1 Taf.

(161b) —— Die von Dr. J. Brock im indischen Archipel gesammelten Holothurien. Zoolog. Jahrbücher Bd. III. 1888. p. 805—822. Taf. XXX.

(161c) —— Nochmals die *Rhopalodina lageniformis.* Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XLVIII. 1889. pag. 60—66. Taf. V.

(162) **Lütken, Chr. Fr.,** Oversigt over Grönlands Echinodermata. Kjöbenhavn 1857. 8°.

(162a) **Malagoli, M.,** Note paleontologiche sopra un Astrogonium e una Chirodota del pliocene. Atti della soc. dei naturalisti di Modena (Memorie), Ser. III, Vol. VII, Anno XXII, Modena 1888, p. 68—72, Tav. II.

(163) **M'Andrew, R.,** and **L. Barrett,** List of the Echinodermata dredged between Drontheim and the North Cape. Ann. Mag. Nat. Hist. II. Ser. Vol. XX. London 1857. p. 43—46.

(164) **Marenzeller, E. v.,** Kritik adriatischer Holothurien. Verhandl. zoolog.-botan. Ges. Wien 1874. p. 299—320.

(165) —— Beiträge zur Holothurien-Fauna des Mittelmeeres. Verhandl. zoolog.-botan. Ges. Wien 1877. p. 117—122. Taf. V.

(166) —— Die Coelenteraten, Echinodermen u. Würmer der k. k. öst.-ung. Nordpol-Expedition. Wien 1877. 4°. Mit 4 Taf. (Denkschr. d. math.-naturw. Klasse d. kais. Akad. d. Wiss. Bd. 35.)

(167) —— Neue Holothurien von Japan und China. Verhandl. zoolog.-bot. Gesellsch. Wien 1881. p. 121—140. Taf. IV u. V.

(168) **Marion, A. F.,** Draguages au large de Marseille. I. Ann. scienc. nat. 6. Sér. Zool. T. 8. Paris 1879.

(169) **Metschnikoff, E.,** Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen. Mém. de l'Acad. imp. de St.-Pétersbourg. VII. Série. T. XIV. No. 8. St.-Pétersbourg 1869. 4°. Mit 12 Taf.

(170) —— Embryologische Mittheilungen über Echinodermen. Zoolog. Anzeiger. 7. Jahrg. 1884. p. 43—47.

(171) **Milne-Edwards,** Les Zoophytes. (In: Cuvier, Le règne animal; nouvelle édition publiée par une réunion de disciples de Cuvier.) Paris 1849. 8°. Avec Atlas.

(172) **M'Intosh, W. C.,** The marine Invertebrates and Fishes of St. Andrews. Edinburg and London 1875. 4°.

(173) **Möbius, K.,** und **O. Bütschli,** Echinodermata der Nordsee. In: Jahresber. d. Comm. z. Untersuch. d. deutsch. Meere. II u. III. Berlin 1875. 4°.

(174) —— Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seychellen. 4°. Berlin 1880. (Enthält Beschreibung der Holothurien von Haacke.)

(175) **Montagu, George,** Descriptions of several new or rare Animals, principally marine, discovered on the South Coast of Devonshire. Transactions of the Linnean Society of London. Vol. XI. London 1815. p. 1—26. Tab. I—V.

(176) —— Vol. IX. London 1808. p. 81—114. Tab. II—VIII.

(177) **Moseley, H. N.,** On the Pharynx of an unknown Holothurian of the Family Dendrochirotae, in which the calcareous skeleton is remarkably developed. Quart. Journ. Micr. Sc. II. Ser. Vol. 24. 1884. p. 255—261. 1 Taf.

(178) **Müller, Joh.,** Ueber die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. 2. Abhandlung. Abhandl. Berliner Akad. d. Wissensch. aus dem Jahre 1848. Berlin 1849.

(179) —— 3. Abhandlung. Ebendort aus d. Jahren 1849 u. 1850. Berlin 1850.

(180) —— 4. Abhandlung. Ebendort aus d. Jahren 1850 u. 1851. Berlin 1852.

(181) —— 6. Abhandlung. Ebendort aus d. Jahre 1852. Berlin 1853.

(182) —— Ueber die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Müller's Archiv 1852. p. 1—36.

(183) —— Ueber *Synapta digitata* und über die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin 1852. Fol. Mit 10 Taf.

(184) —— Anatomische Studien über Echinodermen. Müller's Archiv 1850. p. 117—155. Berichtigung und Nachtrag dazu, ebend. p. 225—233.

(185) —— Ueber den Bau der Echinodermen. Abhandl. d. Berliner Akad. d. Wissensch. aus dem Jahre 1853. Berlin 1854. 4°. Mit 9 Taf.

(186) —— Geschichtliche und kritische Bemerkungen über Zoophyten und Strahlthiere. Müller's Archiv 1858. p. 90—105.

(187) **Müller, Otho Frid.,** Zoologiae danicae prodromus. Havniae 1776. 8°.

(188) —— Zoologia Danica. IV Voll. Hafniae et Lipsiae (1779—1784) 1788—1806. Mit 159 Taf.

(189) —— Zoologiae danicae seu animalium Daniae et Norvegiae icones. Fasc. I. (Tab. I bis XL.) Havniae 1777. Fol.

(190) **Münster, Georg Graf zu,** Ueber einige Theile fossiler Holothurien im Jura-Kalk von Streitberg. Beiträge z. Petrefaktenkunde. Bayreuth 1843. Heft 6. p. 92—93. Taf. IV. Fig. 9.

(190a) **Noll, F. C.,** (Biologische Bemerkungen) Zoolog. Garten, 19. Jahrg. 1878, p. 119 u. 244 und 22. Jahrg. 1881, p. 168—173.

(191) **Norman,** Report on the Dredging among the Shetland Isles. Part II. Report of the Brit. Assoc. for the Adv. of Sc. 1868. p. 247—336.

(192) **Oerstedt, A. S.,** Centralamerikanische Echinodermen (*Synaptula vivipara*). Vidensk. Meddelels. fra d. naturhist. forening i Kjöbenhavn for 1849/50. p. VII.

(193) **Oken,** Lehrbuch der Naturgeschichte. 3. Theil. Zoologie mit 40 Kupfortafeln (Tafeln in 4°). 1. Abth. Fleischlose Thiere. Jena 1815. 8°.

(194) —— Allgemeine Naturgeschichte für alle Stände. 5. Bd. 2. Abth. Stuttgart 1835. 8°.

(195) **Pallas, P. S.,** Miscellanea zoologica. Hagae Comitum 1766. 4°. (Lugduni Batavorum 1778.)

(196) —— Naturgeschichte merkwürdiger Thiere. Deutsche Ausgabe. I. Bd. (1.—10. Sammlung.) Berlin u. Stralsund 1778. 4°. (Dies ist die deutsche Ausgabe der Spicilegia zoologica und zugleich sind darin aufgenommen die Miscellanea zool. dess. Autors.)

(197) **Parker, T. Jeffr.,** On a new Holothurian (*Chirodota dunedinensis* n. sp.) Transact. New-Zealand Institute. Vol. XIII. 1881. p. 418.

(198) **Peach, Ch. W.,** On the „Nigger" or „Cotton Spinner" of the Cornish Fishermen. Ann. and Mag. Nat. Hist. Vol. XV. London 1845. p. 171—174. Pl. XIV.

(199) **Pennant, Thomas,** British Zoology. Vol. IV. London 1777. 4°.

(200) **Perrier, Edm.,** Les explorations sous-marines. Paris 1886. 8°.

(201) **Petit, L.,** *Ankyroderma Perrieri* et *A. hispanicum.* Bull. Soc. philom. Paris. (2.) T. VII. p. 162—164.

(202) —— Remarques sur la *Synapta inhaerens.* Ibidem. T. VIII. 1884. p. 51—55.

(203) —— Sur une nouvelle espèce d'Holothurie, le *Laetmogone Jourdainii.* Ibidem. T. IX. 1885. p. 9—11.

(204) **Philippi, A.,** Vier neue Echinodermen des chilenischen Meeres. Archiv f. Naturgesch. 23. Jahrg. 1857. p. 130—134.

(205) **Plancus, Janus (Giovanni Bianchi),** De conchis minus notis. Venetiis 1739, editio altera Romae 1760. Derselbe, de incessu marinorum echinorum etc. epistola. Bononiae 1766.

(206) **Počta, C.,** Ueber fossile Kalkelemente der Alcyoniden u. Holothuriden und verwandte recente Formen. Sitzber. Akad. Wien, math. naturw. Classe. 92. Bd. 1885. p. 7—12. 1 Taf.

(207) **Pourtalès, L. F.,** On the Holothuriae of the Atlantic Coast of the United States. Proceed. Americ. Assoc. Adv. Sc. 5. Meet. Washington 1851. p. 8—16.

(208) —— Contributions to the Fauna of the Gulf Stream at great depths. (2 ser.) Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College Cambridge, Mass. Vol. I. No. 7. 1868. p. 121—142.

(209) —— List of Holothuridae from the Deep-Sea Dredgings of the United States Coast Survey. Bull. Mus. Comp. Zool. Cambridge, Mass. Vol. I. No. 12. 1869. p. 359—361.

(210) **Quatrefages, A. de,** Mémoire sur la Synapte de Duvernoy (*Synapta Duvernaea* A. de Q.). Ann. des scienc. nat. 2. Sér. Zool. T. 17. 1842. p. 19—93. Pl. 2—5.

(211) **Quoy** et **Gaimard,** Voyage de l'Astrolabe. Zoologie. T. IV. Paris 1833. 8°. Atlas folio.

(212) **Rathbun, Rich.,** A List of the Brazilian Echinoderms. Transact. Connecticut Academy of Arts and Sciences. Vol. V. 1879. p. 139—158.

(213) **Rathke,** Beiträge zur Fauna Norwegens. Nova Acta Acad. Caes. Leop.-Carol. Vol. 21. 1843. p. 1—264. Taf. 1—12.

(214) **Risso, A.,** Histoire naturelle des principales productions de l'Europe méridionale et particulièrement de celles des environs de Nice et des Alpes maritimes. T. V. Paris 1826. 8°.

Robertson, David, siehe **Brady.**

(215) **Romanes, G. J.,** and **J. C. Ewart,** Observations on the Locomotor System of Echinodermata. Transact. Roy. Soc. London 1881. Part III. London 1882. p. 829—885. Pl. 79—85. 4°.

(216) **Rondeletius, Gulielmus,** Libri de piscibus marinis. Pars II. Lugduni 1554—1555. p. 107: De Insectis et Zoophytis liber. 4°.

(217) **Rüppell, Ed.,** und **Friedr. Sigism. Leuckart,** Atlas zu der Reise im nördlichen Afrika von Eduard Rüppell. Frankfurt a. M. 1828. Fol.

(218) **Rüppell, Ed.,** Abbildung u. Beschreibung einiger neuen oder wenig gekannten Versteinerungen aus der Kalkschieferformation von Solenhofen. Frankfurt 1829.

(219) **Sars, G. O.,** Nye Echinodermer fra den Norske Kyst. Vidensk.-Selsk. Forhandlinger for 1871. 8°.

(220) **Sars, M., J. Koren** et **D. C. Danielssen,** Fauna littoralis Norvegiae. 2. Livr. Bergen 1856. Fol. (Danielssen et Koren, Observations sur le développement des Holothuries.)

(221) **Sars, M.,** Bidrag til Kundskaben om Middelhavets Littoral-Fauna. Christiania 1857. 8°. Mit 3 Taf. (Auch in: Nyt Magaz. f. Naturvid. Bd. 9. 1857. p. 110—164. Bd. 10. 1857. p. 1—99.)

(222) — Oversigt af Norges Echinodermer. Christiania 1861. 8°. Mit 16 Taf.

(223) — — Geologiske og zoologiske Jagttagelser, anstillede paa en Reise i en Deel af Trondhjems Stift i Sommeren 1862. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bd. XII. Christiania 1863. p. 253—340.

(224) — Om nogle Echinodermer og Coelenterater fra Lofoten. Vidensk.-Selsk. Forhandlinger for 1867. 8°.

(225) **Schmeltz, J. D. E.,** Verhandl. d. Vereins f. naturw. Unterhaltung Hamburg. Bd. IV. 1879. p. XV.

(226) **Schmidtlein, R.,** Beobachtungen über Trächtigkeits- und Eiablage-Perioden verschiedener Seethiere. Mittheil. zoolog. Station Neapel. Bd. I. 1878. p. 124—136.

(227) **Schneider, A.,** Ueber einige Parasiten der *Holothuria tubulosa*. Müller's Archiv 1858. p. 323—329. Taf. 12.

(228) **Schwager, C.,** Beitrag zur Kenntniss der mikroskopischen Fauna jurassischer Schichten. Jahreshefte d. Vereins f. vaterl. Naturk. in Württemberg. Jahrg. 21. 1865. p. 142. Taf. VII.

(229) **Selenka, Emil,** Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien. Leipzig 1867. 8°. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVII. p. 291—374.) Mit 4 Taf.

(230) — Nachtrag dazu. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVIII. 1868. p. 109—118. 1 Taf.

(231) — Zur Entwicklung der Holothurien (*Holothuria tubulosa* u. *Cucumaria doliolum*). Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXVII. 1876. p. 155—178. Taf. IX—XIII.

(232) — Die Keimblätter der Echinodermen. Wiesbaden 1883. 4°. Mit 6 Taf. (Studien über Entwicklungsgeschichte der Thiere. 2. Heft.)

(233) **Semon, R.,** Das Nervensystem der Holothurien. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft. Bd. XVI. 1883. p. 1—23. Taf. I—II.

(234) — Berichtigung einiger Angaben und Behauptungen des Herrn Dr. Hamann. Zoolog. Anzeiger 1884. Nr. 184.

(235) — Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres; 1. Mittheilung. Mittheil. zoolog. Station Neapel. Bd. VII. 1887. p. 272—300. Taf. 9 u. 10.

(236) — 2. Mittheilung. Ibidem. p. 401—422. Taf. 15.

(237) — Die Entwicklung der *Synapta digitata* und die Stammesgeschichte der Echinodermen. Jena 1888. 8°. Mit 7 Taf. (Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXII.)

(238) **Semper, C.,** Reisen im Archipel der Philippinen. II. Theil. Wissenschaftliche Resultate. 1. Band. Holothurien. Leipzig 1868. 4°.

(239) — — Die Holothurien Ostafrikas. v. d. Decken's Reisen in Ostafrika. Bd. III. Abth. 1. 1869. p. 117—122. 8°. Mit 1 Taf.

(240) **Siebold, C. Th. v.,** Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848.

Sladen, W. Percy, siehe **Duncan.**

(241) **Sluiter, C. Ph.,** Ueber einige neue Holothurien von der Westküste Javas. Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië. Bd. XL. Batavia 1880. Mit 7 Taf.

(242) — Die Evertebraten aus der Sammlung des Kgl. naturwissensch. Vereins in Niederländisch-Indien in Batavia. I. Holothurioidea. Ibidem. Bd. XLVII. Batavia 1887. 8°. Mit 2 Taf.

(243) **Smith, Edgar,** Zoology of Kerguelensland, Echinodermata. Philos. Transact. Roy. Soc. London. Vol. 168. 1879. p. 270—281. Taf. 16 u. 17.

(244) **Steenstrup, Jap.,** Myriotrochus Rinkii. Vidensk. Meddelels. fra den naturhist. forening i Kjöbenhavn. 1851. p. 55—60. Taf. III, Fig. 7—10.

Stewardson, G., siehe **Brady.**

(245) **Stimpson, W.,** Description of *Anaperus unisemita* n. sp. Proceedings of the Boston Society of Natural History Vol. IV. 1851—1854. Boston 1854. p. 8—9.

(246) — Description of *Pentacta calcigera* n. sp. Ibid. p. 67.

(247) — Synopsis of the Marine Invertebrata of Grand Manan. Washington 1853. 4°. Mit 3 Taf.

(248) — On the Crustacea and Echinodermata of the Pacific Shores of North-Amerika. Boston Journ. Nat. Hist. Vol. VI. 1857. p. 444—532. Taf. 18—23.

(249) — Descriptions of new species of marine Invertebrata from Puget Sound. Proceed. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia. Vol. XVI. 1864. p. 153—161.

(250) **Storm, V.,** Bidrag til Kundskab om Throndhjemsfjordens Fauna. Kongel. norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1878. Throndhjem 1879. p. 18—22.

(251) **Stossich, Ad.,** Breve sunto sulle produzioni marine del golfo di Trieste. Bolletino della Società Adriatica di scienze naturali in Trieste. Vol. II. 1876. p. 349—371.

(252) **Strussenfelt, A. M. v.,** Beschreibung eines Seethieres, Seegespenst genannt. Abhandl. d. Kgl. schwed. Akad. d. Wiss. aus d. J. 1765. Deutsche Ausgabe. 27. Bd. Leipzig 1767. 8°. p. 268—279. Tab. X.

(253) **Studer, Th.,** Ueber Echinodermen aus dem antarktischen Meere, gesammelt auf der Reise S. M. S. „Gazelle". Monatsber. kgl. Akad. d. Wiss. Berlin, Juli 1876. p. 452—465.

(254) —— Die Fauna von Kerguelensland. Archiv f. Naturg. 45. Jahrg. 1879. p. 104—141. Taf. I—VII.

(255) —— Ueber Geschlechtsdimorphismus bei Echinodermen. Zoolog. Anzeiger 1880. No. 67 u. 68.

(256) **Stuxberg, Anton,** Evertebratfaunan i Sibiriens Ishaf. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Bd. 5. No. 22. Stockholm 1880. 8°.

(257) —— Faunan på og kring Novaja Semlja. (Vega-Expeditionens vetenskapliga Jakttagelser. Bd. V. Stockholm 1886.) 8°.

(258) **Swan, Jam. G.,** The Trepang Fishery. Bull. U. St. Fish Comm. Vol. 6. No. 21. 1887. p. 333—334.

(259) **Taschenberg, O.,** Ueber *Haplodactyla mediterranea*. Zeitschr. f. d. gesammten Naturw. Halle 1879. p. 319.

(260) **Terquem,** Recherches sur les Foraminifères de l'étage moyen et de l'étage inférieur du Lias (darin angebliche fossile Kalkkörper von Holothurien). Metz 1862. p. 435—434.

(261) **Teuscher, R.,** Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. V. Holothuriae. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. Bd. X. 1876. p. 542—560. Taf. XXII

(262) **Théel, Hj.,** Notes sur quelques Holothuries des mers de la Nouvelle Zemble. Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsal. Ser. III. vol. extra ord. editum. Upsala 1877. XVII. p. 1—18. Pl. I et II.

(263) —— Mémoire sur l'Elpidia, nouveau genre d'Holothuries. Kg. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar. Bd. 14. No. 8. Stockholm 1877. 4°. Mit 5 Taf.

(264) —— Preliminary Report on the Holothuridae of the Exploring Voyage of H. M. S. „Challenger". Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Bd. 5. No. 19. Stockholm 1879. 8°. Mit 2 Taf.

(265) —— Report on the Holothurioidea in Exploration of the Faröe Channel during the Summer of 1880 in H. M. S. „Knight Errant". Proceed. Roy. Soc. Edinb. Vol. XI. 1882. p. 694—697.

(266) —— Report on the Holothurioidea. Part I. Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. „Challenger" etc. Zoology. Vol. IV, Part XIII. London 1882. 4°.

(267) —— Part II. Ibidem. Vol. XIV, Part XXXIX. London 1886.

(268) —— Report on the Holothurioidea. Reports on the Results of dredging etc. by the Steamer „Blake". Nr. XXX. Bull. Mus. Com. Zool. Harvard College. Vol. XIII. No. 1. Cambridge, Mass. 1886. 8°.

(269) **Thompson, Will.,** Descriptions of some apparently new Species of Invertebrata. Ann. Nat. Hist. Vol. 5. 1840. p. 96—102.

(270) —— On the development of *Synapta inhaerens*. Quart. Journ. Microsc. Sc. New Series. Vol. II. 1862. p. 131—146. Taf. V and VI.

(271) **Thomson, C. Wyville,** Notice of some Peculiarities in the Mode of Propagation of certain Echinoderms of the Southern Sea. Journ. Linn. Soc. Vol. XIII. Zoology. No. 66. 1876. p. 55—79.

(272) —— The Voyage of the „Challenger". The Atlantic. 2 Vols. London 1877.

(273) **Tiedemann, Friedr.,** Anatomie der Röhren-Holothurie, des pomeranzfarbigen Seesterns u. des Stein-Seeigels. Landshut 1816. Fol.

(274) **Troschel, F. H.,** Neue Holothurien-Gattungen. Archiv f. Naturgeschichte. 12. Jahrg. 1. Bd. Berlin 1846. p. 60—66.

(275) **D'Urban, W. S. M.,** The Zoology of Barents Sea. Ann. and Mag. Nat. Hist. V. Ser. Vol. VI. 1880. p. 253—277.

(276) **Verrill, A. E.,** On the Polyps and Echinoderms of New-England. Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. X. Boston 1864. p. 333—357.

(277) —— Notes on Radiata. Transact. Connecticut Academy of Arts and Sciences. Vol. I. Part 2. New-Haven 1867—1871. p. 247—613. Pl. 4—10.

(278) **Verrill, A. E.,** Report upon the Invertebrate Animals of Vineyard Sound. Washington 1874. (In: Report of the Commissioner of Fish and Fisheries 1874.)

(279) —— Annelids and Echinoderms of Kerguelen Island. Bull. U. St. National Museum, No. 3. Washington 1876. p. 64—75.

(280) —— Preliminary Check-list of Marine Invertebrata of the Atlantic Coast from Cap Cod to the Gulf of St. Lawrence. New-Haven 1879.

(281) —— Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outer banks of the Southern Coast of New-England. Amer. Journ. Sc. and Arts. Ser. 3. Vol. 20. 1880. p. 390—403, u. Vol. 23. 1882. p. 217.

(282) —— Notice of Recent Additions to the Marine Invertebrata of the Northeastern Coast of America. Part V. Proceed. Unit. Stat. National Museum 1885. p. 424—448.

(283) —— Results of the Explorations made by the Steamer Albatross of the Northern Coast of the United States in 1883. Washington 1885. (Annual Report of the Commissioner of Fish and Fisheries for 1883. p. 503—699. With 44 plat.)

(284) **Vogt, Carl,** und **Emil Yung,** Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Braunschweig 1887. p. 646—679. 8°.

(285) **Wagner, R.,** Ueber männliche Medusen und Nachweisung doppelter Geschlechtsverhältnisse durch das ganze Thierreich. Froriep's Neue Notizen aus dem Gebiet der Natur- und Heilkunde. Bd. 12. 1839. p. 97—102.

(286) **Woodward, S. P.,** and **Lucas Barrett,** On the Genus Synapta. Proceed. Zool. Soc. London. Part XXVI. 1858. p. 350—367. Mit 1 Taf. Wiederabgedruckt, aber ohne die Tafel in: Ann. and Mag. Nat. Hist. 3. Ser. Vol. III. London 1859. p. 214—221.

Yung, siehe **C. Vogt.**

(287) **Zittel, K. A.,** Handbuch der Paläontologie. I. Bd. 1. Abth. München und Leipzig 1876—1880. 8°.

III. Geschichte.

Bei der Häufigkeit der Holothurien an den Küsten des Mittelländischen Meeres mussten sie den Anwohnern desselben von Alters her bekannt sein. Es ist aber zweifelhaft, ob das Thier, welches Aristoteles mit dem Namen *ὁλοθούριον* anführt und als ein den Schwämmen vergleichbares, empfindungsloses, abgelösten Pflänzchen ähnliches (freies, aber bewegungsloses) Wesen schildert, wirklich eine Seewalze ist; Joh. Müller und Grube vermuthen vielmehr, dass mit einem anderen Aristotelischen Thiere, welches die Gestalt eines schwarzen, runden, gleichmässig dicken Balkens hat, eine echte Holothurie gemeint sei. Plinius erwähnt unter dem Namen cucumis marinus ein Meeresthier, welches wahrscheinlich dieselbe Art ist, welche wir heute *Cucumaria Planci* nennen. Sichere Nachrichten aber über eine bestimmte Kenntniss der Holothurien haben wir weder aus dem Alterthume, noch aus der Zeit des Mittelalters. Erst in der Mitte des 16. Jahrhunderts treten sie in den Kreis der wissenschaftlichen Forschung.

Belon (26) war der Erste, der eine zweifellose Holothurie kenntlich beschrieb unter dem Namen genitale marinum und auch schon die Uebereinstimmung ihrer Bewegungsorgane mit denen der Seeigel und Seesterne richtig erkannte. Die Beschreibung Belon's mag, da sie die älteste ist, hier wörtlich mitgetheilt sein: „Genitale marinum vulgus italicum cazo marino, graecum psoli nuncupat. Exangue maris purgamentum. Suas promuscides quando vult exserit. Acetabulis quae in promuscidibus habet, lapidibus haeret, in quibus plus quam quattuor millia nonnunquam annu-

meres. Ex anteriore autem capitis parte rursus crinitas emittit veluti arbusculas acetabulis plenas, quibus quidquid palpat ad os adducit. Os in gyrum ossiculis dentatum habet, praeterea nullis ossibus alibi praeditum.“ Dieser ersten Beschreibung folgte bald die erste Abbildung einer Holothurie durch Rondelet (216). Derselbe fügte seiner Figur eine kurze Beschreibung hinzu, aus der sich entnehmen lässt, dass das ihm vorliegende Thier eine aspidochirote Art war. Rondelet war auch der Erste, der den Aristotelischen Namen *Holothurium* auf ein sicher zu den Holothurien im heutigen Sinne gehöriges Thier anwandte. Er vermengt aber mit den Holothurien die Heteropoden, indem er eine Pterotracheen-Art als secunda species Holothuriorum abbildet und beschreibt. Auch ein *Cucumis marinus* wird von Rondelet angeführt, der aber nach der beigegebenen Abbildung kaum als eine Holothurie gedeutet werden kann. Nachdem Columna (41) eine wahrscheinlich mit *Stichopus regalis* identische Form unter dem Namen „pudendum regale“ erwähnt hatte, wiederholte, ohne etwas Selbstständiges hinzuzufügen, Aldrovandi (4) nach fast hundert Jahren die Rondelet'schen Angaben, und es verging wiederum fast ein Jahrhundert, bis Bianchi (Janus Plancus) (205) eine offenbar zu den Cucumarien gehörige Art (wahrscheinlich die heutige *Cucumaria Planci* v. Marenz.) in richtiger Auffassung ihrer Beziehung zu den Seeigeln als „novum genus echinorum marinorum coriaceum seu cartilagineum“ abbildete und beschrieb.

Alsdann nahm Bohadsch (30) die erste genauere Untersuchung einer mittelmeerischen Holothurie (wahrscheinlich der *Holothuria tubulosa*) vor. Er unterschied an dem von ihm *Hydra*, später von seinem Uebersetzer Leske „Zitterblase“ genannten Thiere die Rückenwärzchen von den „Fühlfäden“ des Bauches, die er mit den entsprechenden Organen der Seesterne und Seeigel vergleicht, beobachtete die Betheiligung der 20 Tentakeln an der Nahrungsaufnahme und das Ausspritzen von Wasser aus der Kloakenöffnung, sowie das gelegentliche Ausstossen der Eingeweide. Er kennt ausser der Längsmuskulatur auch schon die Quermuskulatur des Körpers und deutet anscheinende Blinddärme an der „Speiseröhre“ ganz richtig für Geschlechtsschläuche, wenn er auch darin irrt, dass er die Eier durch den Mund nach aussen gelangen lässt. Die „20 wurmförmigen Bänder“, die er am Kalkringe anhängend fand, sind zweifellos die Tentakelampullen. Auch die erste Angabe über die Gefässe des Darmes rührt von Bohadsch her.

Fast gleichzeitig mit Bohadsch beschrieb Gaertner (68) unter dem Namen *Hydra corolliflora**) (seine anderen Hydra-Arten sind Aktinien) eine dendrochirote Holothurie von der Südküste von Cornwall, verglich ebenfalls ihre Fortbewegungsorgane mit den Saugfüsschen der Seesterne und gab eine Abbildung, in welcher sich die heute *Cucumaria elongata* Düb. u. Kor. genannte Art einigermaassen wiedererkennen lässt.

---

*) Nicht *corallifera*, wie Semper (238) und noch neuerdings Théel (267) schreiben.

Viel eingehender behandelte einige Jahre später Strussenfelt (252) unter dem Namen „Seegespenst“ („Hexenfuss, *Phantapus*“) die nordeuropäische Form *Psolus phantapus*. Er war der Erste, der in den inneren Bau einer dendrochiroten Holothurie eindrang und eine noch heute brauchbare Darstellung ihrer Anatomie gab. Er erkannte nicht nur die 5 Längsmuskeln der Körperwand, die Rückziehmuskeln des Schlundkopfes, den (allerdings schon von Belon erwähnten) Kalkring, die Tentakelgefässe und den Darm, sondern auch das Mesenterium, sowie die Befestigungsstränge der Kloake; auch die Poli'sche Blase erwähnt er (natürlich noch nicht unter diesem Namen) und was er als 2 Büschel darmähnlicher Fäden am dorsalen Mesenterium bezeichnet, ist nichts Anderes als die Geschlechtsorgane.

Die erste anatomische Untersuchung einer aussereuropäischen Art lieferte gleichfalls in jener Zeit S. Pallas (195). Unter dem Namen *Actinia doliolum* beschrieb er die jetzt *Colochirus australis* genannte Art vom Cap der guten Hoffnung und bemühte sich deren Organisation zu erforschen. Im Einzelnen verfiel Pallas dabei in eine Reihe von für die damalige Zeit allerdings verzeihlichen Irrthümern; so hält er die Geschlechtsorgane für „Gefässe, die einen Verdauungssaft hergeben“, und was er als Eierstock deutet, ist offenbar das Respirationsorgan, obschon er dasselbe am Schlunde seinen Anfang nehmen lässt; die Längsmuskeln bezeichnet er als Sehnen und lässt, wie vor ihm Strussenfelt, den Kalkring, den er mit der Laterne der Seeigel vergleicht, nur aus 5 Stücken zusammengesetzt sein.

Nachdem sich durch Bohadsch, Strussenfelt und Pallas die Kenntniss der Anatomie angebahnt hatte, fing auch die Kenntniss der Arten an sich weiter auszudehnen. Gunner (89) beschrieb zwei nordeuropäische Arten: die *Cucumaria frondosa* unter dem Namen *Holothuria frondosa* und die noch heute sogenannte *Holothuria tremula*. Forskål (65) beschrieb vier Arten*) aus dem Rothen Meere, welche er in das Genus *Fistularia* einordnete (während er unter dem Namen *Holothuria* Velellen und Porpiten versteht). O. F. Müller (187 u. 188) lehrte eine Anzahl nordeuropäischer Arten kennen, die er unter dem Gattungsnamen *Holothuria* vereinigte**), und Pennant (199) schilderte unter dem Namen *Holothuria pentactes* die heutige *Cucumaria frondosa*, während er das von Strussenfelt schon richtig zu den Holothurien gestellte „Seegespenst“ (*Psolus phantapus*) als *Ascidia rustica* aufführt. Unter den drei letzterwähnten Forschern ist es aber nur O. F. Müller, der auch die anatomischen Verhältnisse in den Bereich seiner Untersuchungen zog, ohne aber in dieser Hinsicht viel weiter zu kommen als seine

*) Darunter auch 2 Synaptiden, die hier überhaupt zuerst in der Literatur auftreten.

**) Nachdem Linné (145) in der XII. Auflage seines Systema naturae das sprachlich richtigere Holothurium (Aristoteles, Rondelet) in Holothuria geändert und auf einige echte Seewalzen angewandt hatte.

Vorgänger; neu ist bei ihm nur die Erwähnung der „Fettgefässe", worunter er die Respirationsorgane verstand, deren wahre Bedeutung ihm noch verborgen blieb.

Nachdem dann noch Dicquemare (51) eine bei Havre beobachtete Cucumarie, die wahrscheinlich identisch ist mit der Gärtner'schen *Hydra corolliflora*, unter dem Namen le fleurilardé geschildert hatte, erschien die Fauna grönlandica des O. Fabricius (61), in welcher (nach Abzug zweier zu den Gephyreen gehörigen Formen) 4 Holothurienarten nicht nur nach ihren äusseren Merkmalen, sondern auch nach ihrem inneren Bau besprochen werden. Fabricius ist der Erste, der die Biegungen des Darmes bestimmt erwähnt, indem er von einem intestinum triplicatum spricht, jedoch kehrt die missverständliche Auffassung der Geschlechtsschläuche als Darmanhänge auch bei ihm wieder; dagegen lässt er den Kalkring seiner *Holothuria* (jetzt *Chiridota*) *laevis* ganz richtig aus 12 Gliedern zusammengesetzt sein. Er theilt auch Beobachtungen über die Lebensweise mit, welche sich an diejenigen von Belon, Gärtner, Forskål, Bohadsch und O. F. Müller anschliessen.

In anatomischer Beziehung wurde der nächste Fortschritt durch Cuvier (76) herbeigeführt, welcher den Respirationsorganen ihre richtige Deutung gab und zum ersten Male die Darmgefässe näher beschrieb; Cuvier kennt auch die doppelte Biegung des Darmes sowie die Kloake und ist der Erste, der für das Nervensystem wenigstens eine bestimmte Vermuthung ausspricht. Den Kalkring lässt Cuvier bei den von ihm untersuchten Formen richtig aus 10 Stücken gebildet sein, irrt aber, wenn er in den Tentakelampullen Speichelorgane und in den von ihm entdeckten und später nach ihm benannten Cuvier'schen Organen Hoden sieht. In Zusammenhang mit dem zuletzt erwähnten Irrthum hält er die wirklichen Genitalschläuche ausschliesslich für Eierstöcke und demnach die Holothurien überhaupt für Zwitter. Cuvier gebührt auch das Verdienst, die bis dahin fast nur von Belon und Plancus erkannte Verwandtschaftsbeziehung der Holothurien zu den Seeigeln und Seesternen in der Aufstellung der Klasse der Echinodermen zum bestimmten, systematischen Ausdruck gebracht zu haben.

Nachdem dann Montagu (175) zwei englische Arten beschrieben und Oken (193) den Versuch gemacht hatte, die bis dahin bekannten Formen systematisch zu ordnen (wobei er die Gattungen *Thyone* und *Psolus* neu aufstellte), erschien Tiedemann's (273) epochemachendes Werk über die Anatomie der Röhrenholothurie (*Holothuria tubulosa*) von Triest. Abgesehen davon, dass in diesem Werke der erste Versuch gemacht wird, in den feineren Bau der einzelnen Organe, z. B. des Darmes und der Haut, einzudringen, und die Verdauungs- und Respirationsorgane einer genauen Schilderung unterworfen werden, liegt der Schwerpunkt desselben in der Darstellung des Blutgefässsystemes und des Wassergefässsystemes. Die Theile des letzteren (Tiedemann kennt den Ausdruck „Wassergefässsystem" noch nicht) werden hier zum ersten Male als zusammenhängende

Bestandtheile eines einzigen Organsystemes erkannt; nur die wahre Natur des Steinkanals blieb Tiedemann verborgen, sodass er in ihnen die Hoden vermuthen konnte. Er ist auch der Entdecker der äusseren Geschlechtsöffnung.

Durch Tiedemann war die Kenntniss des inneren Baues für die damalige Zeit zu einem gewissen Abschluss gelangt und es brachten die nächsten Jahre fast nur systematische Versuche und Beschreibungen neuer Arten von Cuvier (45), Goldfuss (71), Chamisso (37), Lesueur (139), Delle Chiaje (38), Risso (214), Fleming (63), Rüppell und F. S. Leuckart (217), Eschscholtz (59), Blainville (28), Lesson (138) und Quoy und Gaimard (211).

Auch Jäger (110) fügte zu den Tiedemann'schen anatomischen Angaben nur wenig Neues hinzu, berichtigte aber die nicht ganz zutreffende Darstellung, welche Tiedemann über die Lage der Darmwindungen und Athmungsorgane gegeben hatte. Das Hauptverdienst der Jäger'schen Abhandlung liegt in dem grundlegenden Versuche einer systematischen Anordnung aller bis dahin bekannten Formen.

Unterdessen hatte H. Mertens (vergl. Ludwig 152) während seiner Reise um die Erde auf mehreren Inseln des Stillen Oceans anatomische Untersuchungen an dortigen Holothurien angestellt, von denen es noch heute bedauerlich ist, dass ein früher Tod den begabten Forscher verhinderte seine im Manuscript noch vorhandenen Beobachtungen selbst zu veröffentlichen. Nur nach systematischer Seite wurden die Mertens'schen Aufzeichnungen von J. F. Brandt (33) zur Aufstellung eines gekünstelten Systemes verwandt, welches ohne Berücksichtigung der weit natürlicheren, von Jäger gegebenen Begrenzung und Anordnung der Gattungen eine beträchtliche Anzahl neuer Gattungen und grösserer Abtheilungen aufstellte, die sich in der Folgezeit zu nicht geringem Theile als unhaltbar erwiesen (so die Zerlegung der füssigen Holothurien in *Homoiopodes* und *Heteropodes*, dann die Gruppen der *Detopneumones* und der *Homoiopodes apneumones*, ferner die Gattungen *Oncinolabes, Liosoma, Aspidochir, Diploperideris, Dactylota*).

Burmeister (35) führte für die Holothurien, zu denen er allerdings ebenso wie die meisten früheren Forscher auch die Gephyreen rechnete, den Namen *Scytodermata* ein, bildete aus ihnen eine seinen *Echinodermata* (d. h. den *Crinoidea*, *Asteroidea* und *Echinoidea*) gegenüberstehende Ordnung und theilte sie in die vier Familien der *Pentactidae, Holothuridae, Psolidae* und *Synaptidae*. Auch Lamarck und Dujardin versuchten (133) eine systematische Anordnung, die aber in ihrem Werthe weit hinter den Arbeiten von Jäger, Brandt und Burmeister zurückblieb.

Einen erheblichen Fortschritt in der Kenntniss der europäischen Formen bewirkten Grube (81) durch seine Untersuchung der mittelmeerischen und Forbes (64) durch seine Schilderung der an den Küsten von England lebenden Arten. Von Grube rührt auch die noch heute massgebende Berücksichtigung der Tentakelform für die Abgrenzung und Be-

nennung der Aspidochiroten, Dendrochiroten und Chiridoten*) (= Synaptiden) her.

Gleichzeitig rückte auch die anatomische Kenntniss vorwärts durch die Arbeiten Delle Chiaje's (39), sowie durch die Krohn'sche Entdeckung (123) des bis dahin nur vermutheten Nervensystemes. Krohn (122) ist auch der Erste, welcher den bis dahin falsch gedeuteten Steinkanal als das Homologon des gleichnamigen Gebildes der Seesterne erkannte, während Wagner (285) in Gemeinschaft mit Valentin den von Cuvier, Tiedemann und Jäger festgehaltenen Irrthum, dass die Holothurien Zwitter seien, an *Holothuria tubulosa* (Gmel.) endgültig widerlegte.

Alsdann veröffentlichte Quatrefages (210) die erste eingehende Untersuchung einer *Synapta*, in welcher er sich bemühte, auch in den feineren histologischen Bau einzudringen. Er gab die erste ausführliche Schilderung der Anker und Ankerplatten der Haut, erörterte die Structur der Haut, der Muskulatur und des Darmes, fand an den Fühlern die jetzt als Sinnesorgane erkannten „Saugnäpfe" und entdeckte die zwitterige Beschaffenheit der Geschlechtsschläuche der Synapten; dagegen konnte er weder die Blutgefässe noch das Nervensystem auffinden und beschrieb Nesselorgane der Haut und Poren der Leibeshöhle, welche von allen späteren Forschern in Abrede gestellt wurden.

Die anatomische Kenntniss der dendrochiroten Formen wurde durch Koren (119) weiter geführt, welcher den inneren Bau von *Thyone fusus* (O. F. Müll.) und *Psolus squamatus* (Düb. und Kor.) in vortrefflicher Weise zur Darstellung brachte und zusammen mit von Düben (53 u. 54) zum ersten Male in eingehender Untersuchung die Mannigfaltigkeit der Kalkkörper der Haut und deren Bedeutung für die Systematik nachwies, sowie auch eine systematische Bearbeitung der skandinavischen Arten lieferte. Es folgen dann Beschreibungen neuer Arten und Gattungen durch Troschel (274), Ayres (7), Stimpson (245, 246, 247), Pourtalès (207), Steenstrup (244), biologische Beobachtungen von Peach (198) und Dalyell (48) und Versuche alles bis dahin Bekannte in anatomischer und systematischer Beziehung zusammenzustellen von v. Siebold (240), Gray (76), van der Hoeven (104).

An die von Quatrefages gegebene Anatomie der *Synapta* knüpfte Leydig (142) an, indem er für eine Reihe von Organen neue histologische Daten beibrachte. Aber schon vorher und zum Theil gleichzeitig mit Leydig hatte sich Joh. Müller (178—185) der Erforschung der Synaptiden, wie überhaupt der Holothurien zugewandt und hier in nicht geringerem Maasse als bei den übrigen Klassen der Echinodermen durch die hervorragenden Ergebnisse seiner epochemachenden Forschungen die anatomischen und systematischen Kenntnisse erweitert und vertieft und vor Allem das Dunkel gelichtet, welches bis dahin auf der Entwicklungsgeschichte dieser Thiere lag. An dieser Stelle lassen sich nur in Kürze

*) Die Form *Chirodota* hat sich erst später eingebürgert; vergl. Anm. p. 27.

die Hauptpunkte namhaft machen, auf welche sich die Joh. Müller'schen Untersuchungen beziehen. In systematischer Hinsicht förderte er die Kenntniss der tropischen Synaptiden und gab die erste genaue Beschreibung einer echten Molpadide, deren verwandtschaftliche Beziehung zu den übrigen Holothurienfamilien er des Näheren auseinandersetzte. In Betreff der Anatomie ist hervorzuheben, dass er bei den Synaptiden die von Quatrefages übersehenen Darmblutgefässe auffand, sowie die schon von Mertens gesehenen eigenthümlichen Wimperbecher der Leibeshöhle näher beschrieb, dass er ferner den Bau der Steinkanäle und der von ihm so benannten Cuvier'schen Organe zum ersten Male genauer untersuchte und endlich die noch heute übliche Unterscheidung der Rücken- und Bauchseite als Bivium und Trivium sowie die Termini Ambulacrum und Interambulacrum einführte und begründete. Die Entwicklungsgeschichte verdankt ihm die Entdeckung der Metamorphose der Holothurien durch die von ihm *Auricularia* genannte Larvenform, deren Bau und deren Umwandlung in die sog. Puppe er in bahnbrechender Weise erforschte. Auch sein Schüler Krohn (124 u. 125) gab einen kleinen entwicklungsgeschichtlichen Beitrag und Danielssen und Koren (220) bemühten sich die nordischen Holothurien in den Kreis der entwicklungsgeschichtlichen Studien zu ziehen, indem sie den Nachweis führten, dass neben der von Müller erforschten umständlichen Metamorphose auch eine abgekürzte Entwicklungsweise vertreten ist.

Im Uebrigen brachte das Jahrzehnt, welches nach den Arbeiten Joh. Müller's verstrich, ausser der Entdeckung der merkwürdigen Gattung *Rhopalodina* durch J. E. Gray (75) und einigen histologischen Notizen von Leydig (143 u. 144) und Kölliker (118) eine Anzahl kleinerer und grösserer Beiträge zur Systematik und Anatomie von Lütken (162), M. Sars (221 u. 222), M'Andrew und Barrett (163), Stimpson (248 u. 249), Held (95), Philippi (204), Woodward und Barrett (286), Keferstein (115), Grube (84 u. 85) und Anderson (5). Am hervorragendsten sind unter den Arbeiten der zuletzt genannten Forscher diejenigen von Lütken und M. Sars. Lütken gab eine eingehende kritische Darstellung der grönländischen Holothurien und erörterte auch die horizontale und verticale Verbreitung derselben. M. Sars dagegen wandte sich zunächst den mittelmeerischen Formen zu, deren Kenntniss er in wesentlicher Weise förderte, und veröffentlichte erst einige Jahre später seine auch in anatomischer Hinsicht höchst belangreiche Bearbeitung der an der norwegischen Küste vorkommenden Arten.

Kurz vorher lieferte Bronn (34) in der ersten Auflage dieses Werkes eine zusammenfassende Bearbeitung der ganzen Klasse, welche sich durch umsichtige und für die damalige Zeit ziemlich erschöpfende Behandlung auszeichnet, während ein ähnlicher Versuch von Dujardin und Hupé (55) nach allen Richtungen hinter Bronn's Leistung weit zurückblieb.

Im Mittelpunkte der Fortschritte, welche in den Jahren 1861—1876 erreicht wurden, stehen einerseits die entwicklungsgeschichtlichen Unter-

suchungen von Baur (10), Kowalevsky (121), Metschnikoff (169) und Selenka (231), anderseits die umfassenden systematischen und anatomischen Arbeiten Selenka's (229 u. 230) und ganz besonders Semper's (238 u. 239).

Baur stellte fest, dass die von Joh. Müller studirte „*Auricularia* mit Kalkrädchen" die Larve der *Synapta digitata* (Mont.) ist, und verfolgte deren Umbildung durch das Puppenstadium bis zur Ausbildung in die junge *Synapta*, indem er dabei in die Entwicklung der einzelnen Organe tiefer einzudringen versuchte. In dieser Hinsicht waren noch erfolgreicher die Untersuchungen Metschnikoffs, durch welche insbesondere die Bedeutung der Enterocoelblasen aufgeklärt wurde. Die ersten Entwicklungsstadien, Furchung und Bildung der Keimblätter, wurden zunächst von Kowalevsky, in viel ausgedehnterem Maasse aber von Selenka erforscht, von letzterem mit besonderer Berücksichtigung der Rolle, welche die Keimblätter für die Organentwicklung besitzen. Auch L. Agassiz (1) verdankt man aus dieser Zeit eine kleine Mittheilung über die Entwicklung des *Psolus fabricii* (Düb. und Kor.).

Die systematische Bearbeitung, welche Selenka der ganzen Klasse hatte angedeihen lassen, zeichnete sich durch Aufstellung zahlreicher neuer Gattungen und Arten und eine wohlgeordnete Zusammenstellung aller bis dahin bekannten Formen aus, brachte auch in anatomischer Beziehung eine Menge trefflicher Beobachtungen, wurde aber dennoch sehr bald überholt durch das auf viel breiterer Grundlage angelegte Werk Semper's. Semper hatte seinen mehrjährigen Aufenthalt auf den Philippinen zu einem eingehenden Studium der tropischen Holothurien benutzt und war dadurch in den Stand gesetzt eine umfangreiche Monographie zu liefern, welche nicht nur die Kenntniss der Formen, sondern auch des gröberen und feineren Baues, sowie der Lebensweise und der geographischen Verbreitung in ganz ausserordentlichem Maasse förderte und zugleich geeignet war andere Forscher zu Untersuchungen auf diesem Gebiete anzuregen.

Von weniger bedeutungsvollen Arbeiten aus dem hier in Betracht stehenden Zeitabschnitte sind eine Anzahl wesentlich systematischer Beiträge erwähnenswerth. Verrill (276—278) und Pourtalès (208 u. 209) bemühten sich um die Kenntniss der amerikanischen Arten, M. Sars (224) und später G. O. Sars (219) um die der nordeuropäischen, Heller (96) und v. Marenzeller (164) um die der mittelmeerischen Fauna, während durch Hutton (108) auch auf die neuseeländischen Arten die Aufmerksamkeit gelenkt wurde und ich selbst (147) eine Anzahl neuer Formen aus verschiedenen Meeresgebieten beschrieb. Daneben erschienen kleinere Mittheilungen von Herapath (97), Herklots (99), Lankaster (136), Norman (191), Grube (86—88), Brady und Robertson (32), Hodge (103), Graber (72), M'Intosh (172), Möbius und Bütschli (173) und Stossich (251). Schliesslich rührt aus diesen Jahren auch die erste sichere Nachricht von dem Vorkommen fossiler Holothurienreste,

indem Schwager (228) Kalkkörperchen der Haut in Jura-Ablagerungen entdeckte.

In den folgenden Jahren wurde zunächst die anatomische Durchforschung der Holothurien wieder aufgenommen von Greeff (77 u. 78), Teuscher (261) und Kingsley (177) und unter steigender Berücksichtigung der histologischen Verhältnisse fortgeführt von Jourdan (114), Hamann (91, 92, 93) und Semon (233—236), denen sich Vogt und Yung (284) und zuletzt Héronard (101 u. 102) anschlossen. Die entwicklungsgeschichtlichen Kenntnisse wurden namentlich weiter gefördert durch Selenka (232), der die Keimblätter einer erneuerten eingehenden Prüfung unterwarf und insbesondere auch über die Entstehung des Nervensystemes und der Muskulatur wichtige Beobachtungen mittheilte, sowie durch Semon (237), welcher die Metamorphose und Organentwicklung der *Synapta digitata* (Mont.) zum Gegenstande einer tiefgreifenden Untersuchung machte. Daneben veröffentlichten Götte (70) und Metschnikoff (170) kleinere ontogenetische Beiträge, während A. Agassiz (2) eine Zusammenstellung dessen gab, was bis zum Jahre 1883 über die Entwicklung der Holothurien überhaupt bekannt war.

Von grösster Bedeutung erwiesen sich die Ergebnisse, welche seit 1877 durch die zoologische Durchforschung der Tiefsee zu Tage gefördert wurden. Allen voran ist hier Théel zu nennen, der uns zunächst mit der bis dahin ganz unbekannten Gestaltung der von ihm entdeckten *Elpidia glacialis* (263) bekannt machte und auf sie die Ordnung der Elasipoden oder Tiefseeholothurien aufstellte. Bald bevölkerte sich diese Ordnung mit einer Menge der interessantesten Thierformen, von denen einige durch Danielssen und Koren (49 u. 50) aus der Ausbeute der norwegischen Nordmeer-Expedition, die übrigen aber durch Théel (264, 266 u. 268) aus den von den Fahrten des englischen Schiffes „Challenger" und des nordamerikanischen „Blake" heimgebrachten Sammlungen beschrieben wurden. Neuerdings lieferten auch die französischen Meeresexpeditionen Beiträge zur Kenntniss der Elasipoden, doch sind darüber bisjetzt nur vorläufige Mittheilungen, insbesondere von Perrier (200) und Petit (201—203) erschienen.

Aber auch die älteren Ordnungen der Holothurien erhielten seit 1876 einen erheblichen Zuwachs an neuen Gattungen und Arten, theils in Folge der schon erwähnten grösseren Forschungsfahrten, theils durch die Ergebnisse kleinerer Expeditionen (wie der „Gazelle", des „Vettor Pisani", des „Prinz Adalbert" u. a.), theils auch durch eine genauere Durchforschung der europäischen und aussereuropäischen Küstenfauna. Besonders bemerkenswerth ist in dieser Hinsicht die Menge der Beiträge, welche sich auf die arktischen Holothurien beziehen, so an erster Stelle von Koren und Danielssen (120), Danielssen und Koren (49 u. 50) und Théel (262), dann von v. Marenzeller (166), Ljungman (146), Duncan und Sladen (56), Hoffmann (105), Stuxberg (256 u. 257), Levinsen (141), Fischer (62) und mir (158). Die antarktischen

Formen, die sich zum Theil durch Einrichtungen für eine mehr oder weniger eigenartige Brutpflege auszeichnen, wurden durch Studer (253—255), Verrill (279), Thomson (271 u. 272), Smith (243), Bell (11), Lampert (135) und mich (157, 160 u. 161a) näher bekannt. Auf brasilianische Holothurien beziehen sich Mittheilungen von Rathbun (212) und mir (153 u. 155), auf westafrikanische solche von Greeff (79) und mir (148, 161a u. c). Zur Fauna des Rothen Meeres, des indischen und des Stillen Oceans lieferten Beiträge Sluiter (241 u. 242), Haacke (s. Möbius 174), v. Marenzeller (167), Bell (13, 17, 19—22) und ich (152, 154, 156, 157, 160, 161a u. b), während uns Hutton (109) und Parker (197) von einigen neuseeländischen Arten Kunde gaben. Um die Kenntniss der nordamerikanischen Arten setzte Verrill (281 bis 283) seine früheren Bemühungen fort. Und was endlich die europäischen, insbesondere auch die mittelmeerischen Formen anbetrifft, so gab ich (149) eine Synonymik, Carus (36) eine diagnostische Uebersicht der Mittelmeer-Holothurien, v. Marenzeller (165), ich (151) und Semon (235) beschrieben neue oder schlecht bekannte Arten und Bell (15 u. 16), Herdman (98), Barrois (9) und Hérouard (100) machten sich um die Kenntniss der an den englischen und französischen Küsten lebenden Arten verdient.

Biologische Mittheilungen verdanken wir Gräffe (73), Schmidtlein (226) und Noll (190a) physiologisch-chemische namentlich Krukenberg (126—131) und neuerdings auch Howell (106 u. 107).

Auch nach der paläontologischen Seite mehrten sich die Kenntnisse durch die Beobachtungen von Etheridge (60) und Počta (206).

Endlich konnten dann fast gleichzeitig Lampert (134) und Théel (267) umfassende Darstellungen geben, in welche alle bis dahin bekannten Arten in systematischer Ordnung aufgeführt und beschrieben sind, sowie auch deren horizontale und verticale Verbreitung in tabellarischen Uebersichten zum Ausdruck gebracht ist. Von diesen beiden grösseren Werken, mit welchen wir diese geschichtliche Einleitung beschliessen wollen, stellt sich das Théel'sche durch die breitere Basis an eigenen Beobachtungen, durch bessere Beschreibungen und schärfere Kritik in den Vordergrund.

B. Morphologie.

I. Gesammt-Aussehen.

1. Form.

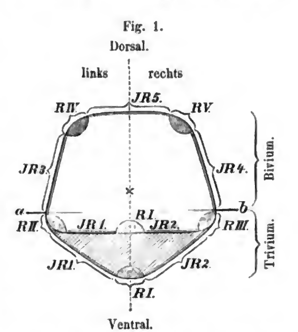
Für die Betrachtung der verschiedenen Körperformen, in welchen die Holothurien auftreten, kann man ausgehen von einer an beiden Enden abgerundeten Walze. Uebertrifft bei einer solchen Walze die Längsaxe den Querdurchmesser um ein Erhebliches, um das Zwei-, Drei- bis Vielfache, so ergibt sich für das Thier eine Gestalt, die sich mit der einer Wurst oder eines Wurmes vergleichen lässt. Ist dagegen der Längsdurchmesser im Verhältniss zum Querdurchmesser nur kurz, höchstens zweimal so lang, so hat das Thier mehr oder weniger die Gestalt einer Tonne oder eines Ellipsoides. Langgestreckte, wurst- oder wurmförmige Gestalten sind besonders in den Gattungen *Holothuria*, *Chiridota* und *Synapta* vertreten; die verhältnissmässig stärkste Streckung zeigen die grossen tropischen *Synapta*-Arten, die bei einem Querdurchmesser von 2,5—3 Cm. eine Länge von 2 Met. erreichen und deshalb in bezeichnender Weise von den Eingebornen von Celebes, den Philippinen und Palaos-Inseln „Meerschlangen“ genannt werden. Die kurze, gedrungene, tonnenförmige Gestalt kommt namentlich in der Gattung *Cucumaria* vor. Sehr häufig weicht der gestreckte drehrunde Körper dadurch von der eigentlichen Walzenform ab und nähert sich zugleich der keulen- oder spindelförmigen, dass er entweder an seinem vorderen oder an seinem hinteren Abschnitte oder auch vorn und hinten verschmälert ist. Durch Verjüngung des Vorderendes ist z. B. *Stichopus naso* Semp. ausgezeichnet. Starke Verschmälerung des hinteren Körperabschnittes gibt diesem das Aussehen eines stiel- oder schwanzartigen Anhanges, z. B. bei *Caudina arenata* (Gould) und *Thyone raphanus* Düb. u. Kor.

Erheblich beeinflusst wird die äussere Körperform durch die Anordnung und zum Theil auch durch die Form der als Füsschen, Papillen u. s. w. auftretenden Ambulacralanhänge (siehe Wassergefässsystem). Sind nämlich die Ambulacralanhänge nicht gleichmässig über die ganze Körperoberfläche vertheilt, sondern vorwiegend oder ausschliesslich auf die fünf Radien beschränkt, so treten häufig die Radien als ebensoviele abgerundete Längskanten über die übrige Oberfläche hervor, während sich die 5 Interradien mehr oder weniger abflachen, z. B. bei *Ocnus* und manchen *Cucumaria*-Arten. In Folge dessen stellt dann ein Querschnitt durch das

an eine Gurke erinnernde Thier nicht mehr einen Kreis, sondern ein abgerundetes Fünfeck vor, dessen Ecken den Radien und dessen Seiten den Interradien entsprechen.

Sowohl bei drehrunder als bei fünfkantiger Grundform kann sich eine ventrale Kriechsohle (siehe Seite 1) entwickeln, durch welche die drehrunde Gestalt in die eines länglichen, unten flachen Brodlaibes, z. B. bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.), und die gleichseitig-fünfkantige in eine ungleichseitig-vierkantige, z. B. bei *Colochirus quadrangularis* (Less.), übergeht. Die Kriechsohle erstreckt sich gewöhnlich über die ganze Länge des Thieres, z.B. bei *Colochirus, Stichopus, Mülleria*, vielen *Holothuria*-Arten, seltener nimmt sie nur den mittleren Theil der Körperlänge ein, sodass Vorder- und Hinterende des Körpers unbetheiligt bleiben, so bei *Psolus* und *Psolidium*. Die Ambulacralanhänge sind, sobald sich eine Kriechsohle ausbildet, auf dieser anders gestaltet und oft auch anders angeordnet als auf der übrigen Körperoberfläche, oder aber sie beschränken sich auf die 3 Radien der Kriechsohle und lassen selbst von diesen manchmal noch den mittleren ganz frei; dementsprechend steigert sich dann auch der äusserlich sichtbare Unterschied zwischen Rücken- und Bauchseite des Thieres; dazu kommt, dass die Umrandung der Kriechsohle sich mitunter verdickt oder zur Bildung eines Saumes, z. B. bei *Benthodytes*, ausbreitet, während die Kriechsohle selbst sich verdünnt. Bei gut entwickelter Kriechsohle ist es demnach leicht, die Symmetrieebene (Hauptebene) des Körpers zu finden. Wenn man die einzelnen Radien und Interradien so bezeichnet, wie es in obenstehendem Schema geschehen ist, so geht die Symmetrieebene mitten durch den Interradius *JR5* und den gegenüberliegenden Radius *RI*. Aber auch dann, wenn keine deutliche Kriechsohle vorhanden ist, kann man die Symmetrieebene äusserlich an der Lage der Geschlechtsöffnung und oft auch an der Stellung der Fühler erkennen.

Fig. 1.



Schematischer Querschnitt durch eine Holothurie. Die punktirte Linie gibt die Lage der Medianebene an, × die Lage der quergetroffenen Hauptaxe. Die Radien sind mit *RI—RV*, die Interradien mit *JR1—JR5* bezeichnet. Mit schiefer Schraffirung ist der Bezirk bezeichnet, welcher sich bei Ausbildung einer Kriechsohle abflacht. *a—b* = Grenze zwischen Bivium und Trivium.

Eine andere Reihe von Umformungen der walzenförmigen oder fünfkantigen Körpergestalt kommt dadurch zu Stande, dass sich das vordere und das hintere Leibesende nach oben krümmen; dadurch wird die Bauchseite ihrer Länge nach convex, dagegen die Rückenseite ihrer Länge nach concav. Verkürzt sich dann noch der mittlere dorsale Interradius, so rücken natür-

lich die beiden aufwärts gekrümmten Körperenden einander immer näher, z. B. bei *Ypsilothuria*, bis sie schliesslich, bei *Rhopalodina*, mit einander verschmelzen. Die Aufwärtskrümmung des vorderen und hinteren Körperendes kann sich aber auch zugleich mit der Ausbildung einer Kriechsohle einstellen, so z. B. bei *Psolus phantapus* (Struss.). Viel häufiger jedoch rücken die das vordere und hintere Ende der Hauptaxe bezeichnenden Oeffnungen, Mund und After, beim Auftreten einer Kriechsohle an die Unterseite des Körpers, ohne indessen bei dieser bauchständigen Stellung sich einander besonders zu nähern.

Schliesslich ist noch auf zwei Verhältnisse hinzuweisen, welche bei gewissen Tiefsee-Holothurien dem Körper derselben ein eigenartiges Aussehen geben. Bei der Gattung *Psychropotes* setzt sich nämlich der hintere Abschnitt des Rückens über den After hinweg nach hinten in einen langen, breiten, schwanzartigen Anhang fort und bei der Gattung *Peniagone* kommt es zur Ausbildung eines im Nacken des Thieres schief nach oben und vorn sich erhebenden, quergestellten, einem Segel vergleichbaren Kamme.

2. Grösse.

Für die Unterscheidung der Grössen empfiehlt es sich als kleinste Arten, solche zu bezeichnen, deren Länge nicht über 5 Cm. geht, als kleine solche, die 6—10 Cm. lang sind, als mittelgrosse solche von 11—20 Cm. Länge, als grosse solche, die bis 50 Cm. und als sehr grosse solche, die mehr als 50 Cm. Körperlänge erreichen. Dies vorausgeschickt, treffen wir bei den Synaptiden neben zahlreichen kleinsten und kleinen Arten auch mittelgrosse, sowie einige sehr grosse Arten an. Letztere, zur Gattung *Synapta* gehörig, zeichnen sich durch ihre aussergewöhnliche Länge vor den meisten anderen Seewalzen aus und finden sich nur in den Tropen. So erreichen *Synapta glabra* Semp. und *grisea* Semp. die Länge von 1 Meter, *S. vittata* (Forsk.) wird 1,60 Meter und die grösste von allen, *S. beselii* Jäg., sogar 2 Meter lang.

Bei den Molpadiden walten kleine und mittelgrosse Formen vor, nur selten wird die Länge von 10—15 Cm. überschritten, z. B. von *Haplodactyla molpadioides* Semp., die 21 Cm. lang wird.

Unter den Elasipoden finden sich die kleinsten Formen besonders in der Familie der Elpidiiden, bei denen aber auch kleine und mittelgrosse vertreten sind. Durchgängig grössere Arten (von 10—24 Cm. Länge) umschliesst die Familie der Deimatiden. Noch grössere aber kommen unter den Psychropotiden in der Gattung *Benthodytes* vor, deren grösste bis jetzt bekannte Art, *B. sanguinolenta* Théel, 34 Cm. lang wird; in derselben Familie begegnet man aber auch kleinsten und mittelgrossen Arten.

Die Aspidochiroten sind meistens von Mittelgrösse. Wenn auch einzelne Arten hinter dieser Grösse zurückbleiben und zu den kleinsten und kleinen Formen zu zählen sind, so gibt es dafür aber auch nicht wenige, welche eine bedeutende Grösse erreichen und in Anbetracht ihrer

Dicke dem Volumen nach die grössten aller bekannten Seewalzen darstellen. So erreichen manche *Holothuria-* und *Mülleria-*Arten, z. B. *Holothuria scabra* Jäg., *marmorata* (Jäg.) *atra* Jäg., *maculata* (Brandt), *tenuissima* Semp., *Mülleria lecanora* Jäg., *M. mauritiana* (Quoy und Gaim.), eine Länge von 30, 40, ja 70 Cm., und in der Gattung *Stichopus* wird *St. variegatus* Semp. sogar meterlang und dabei etwa 21 Cm. dick.

Die Dendrochiroten endlich sind durchgängig kleiner als die Aspidochiroten und zählen zu den kleinen und kleinsten Holothurien, was aber nicht ausschliesst, dass auch unter ihnen einige auffallend grosse Arten sich vorfinden; so wird *Colochirus quadrangularis* (Less.) bis 20, *Thyonidium drummondii* (Thomps.) bis 25 und *Cucumaria frondosa* (Gunn.) bis 60 Cm. lang.

3. Farbe.

Ueber die Färbung der Seewalzen ist voraus zu bemerken, dass wir sehr viele Arten nur nach Spiritusexemplaren kennen, der Spiritus aber die natürlichen Farben mehr oder weniger angreift und verändert. Namentlich sind es wie bei anderen Echinodermen die gelben und gelbrothen und rothen Pigmente, die im Spiritus sehr rasch verbleichen, und auch der grüne Farbstoff einzelner Arten wird vom Weingeist gierig ausgesogen. Ich habe mich desshalb bemüht, der folgenden Uebersicht über die Färbung möglichst nur solche Angaben zu Grunde zu legen, die auf Beobachtung der lebenden Thiere beruhen. Gute, nach dem Leben gemachte, farbige Abbildungen besitzen wir verhältnissmässig wenige. Ausser den älteren Bildern von Lesson (138), Eschscholtz (59), Quoy und Gaimard (211) sind aus neuerer Zeit einige von Herklots (99), Danielssen und Koren (50) und Bell (22) veröffentlichte zu nennen, die aber alle übertroffen werden durch die von Semper (268) gegebenen. Ausserdem liegen mir die unveröffentlichten farbigen Originalblätter von Mertens vor, welche zu den von Brandt (33) und mir (154) beschriebenen Arten gehören.

Bei den Synaptiden treffen wir neben einfarbigen und pigmentarmen Arten andere an, welche ein buntes Farbenkleid tragen; durch diese Buntheit zeichnen sich namentlich einige *Synapta-*Arten aus, bei denen dunklere oder hellere Längbinden, z. B. bei *Synapta beselii* Jäg., oder bunte Querbänder, z. B. bei *Synapta mammillosa* Eschsch., die gelbliche, bläuliche oder olivengrüne Grundfarbe beleben. Auch Arten mit netzförmiger dunkler Zeichnung auf hellem Grunde finden sich. Die einfarbigen Synaptiden sind entweder orangefarben, ziegelroth, blutroth, lila, violett bis violettschwarz oder rothbraun, braun, violettbraun und auch die pigmentarmen zeigen gewöhnlich wenigstens einen rothen Anflug. Nicht selten, namentlich bei *Chiridota* *)Arten, schimmern die Kalkkörper als weisse Punkte oder Flecken durch und tragen dadurch zur Gesammtfärbung bei.

*) So und nicht *Chirodota* ist die richtige Schreibung. Eschscholtz, von dem der Namen herrührt, leitet ihn von χειριδωτός ab und schreibt ebenso wie die nächsten Autoren nach ihm stets *Chiridota*.

Auch bei den meist einfarbigen Molpadiiden sind vorwiegend bräunliche und violette Töne vertreten.

Bei den Elasipoden, die wir allerdings fast nur nach Spiritusexemplaren kennen, waltet merkwürdigerweise eine ganz bestimmte Farbe fast ausschliesslich vor, nämlich violett. Soweit die Elasipoden nicht ganz farblos oder lichtgrau erscheinen, sind sie in der Regel (nur bei *Laetmogone spongiosa* gibt Théel eine meergrüne Farbe an) durch ein helleres oder dunkleres Violett ausgezeichnet, das mitunter mehr oder weniger nach Roth oder Blau hinüberzieht oder sich dem Schwarzen oder Braunen nähert. Auch alle Uebergänge von lichtgrau zu violett kommen vor und es dürfte wohl auch das Lichtgrau nur durch eine geringe Entwicklung desselben Pigmentes bedingt sein, welches bei stärkerer Ansammlung die Thiere violett erscheinen lässt. Nur selten treten in der eintönigen Grundfarbe dunklere Flecken auf; auch sind die Fühler manchmal anders (heller oder dunkler) gefärbt als der Körper. Es liegt nahe, die eintönige dunkle, der Zeichnungen fast ganz entbehrende Färbung der einen, sowie den völligen Farbenmangel der anderen Elasipoden in Beziehung zu ihren Lebensverhältnissen in der Tiefsee zu bringen. Noch eine Eigenthümlichkeit in der Färbung der Elasipoden verdient hervorgehoben zu werden. Wenn nämlich bei ihnen, was allerdings im Ganzen nicht häufig ist und vorzugsweise bei den Gattungen *Psychropotes* und *Benthodytes* vorkommt, Bauch und Rücken verschieden gefärbt sind, so ist es merkwürdigerweise nicht der Bauch, sondern der Rücken, der die hellere Farbe zeigt, also gerade umgekehrt wie bei den Holothurien, die in geringen Tiefen leben. Auch hier erhebt sich die Frage, ob der Aufenthalt in der Tiefsee in irgend einem Zusammenhang mit dieser räthselhaften Vertheilung der hellen und dunklen Färbung stehe?

Im Farbenkleide der Aspidochiroten herrschen dunkle Töne vor, jedoch sehr häufig mit hellen Flecken. Wenn die Grundfarbe einen hellen Ton hat, ist sie gewöhnlich durch dunklere Pünktchen, Fleckchen oder Flecken verdüstert oder es wird dasselbe dadurch erreicht, dass das dunklere Pigment sich in netzförmiger Anordnung auf der helleren Grundfarbe vertheilt; seltener tritt das dunklere Pigment in Form von isolirten, scharfen Strichen und Linien auf. Die Flecken sind entweder ohne bestimmte Regel ziemlich gleichmässig vertheilt, oder sie ordnen sich in Längsreihen; im letzteren Falle sind sie häufig beschränkt auf die Rückenseite und stehen hier in 2 Längsreihen. Meistens sind die Flecken an ihren Rändern verwaschen, seltener scharf begrenzt. Füsschen, Papillen und Fühler sind sehr oft anders und heller (weiss, gelb, roth, blau) gefärbt als der übrige Körper. Ferner ist die Unterseite des Körpers bei vielen Arten durch hellere Färbung von der Rückenseite verschieden. Was die Farben selbst, insbesondere an der Rückenseite, betrifft, so ist Braun in allen möglichen Schattirungen ungemein häufig vertreten: gelbbraun, grünlichbraun, rothbraun, kastanienbraun, chokoladebraun, schwarzbraun. Daran schliesst sich violettschwarz und blauschwarz. Ferner sind graue Färbungen nicht selten: weissgrau, gelblichgrau, grau, schwarzgrau. Seltener und besonders

an der Bauchseite auftretend ist reines Weiss, Orange und Roth, während das ebenfalls seltene Grün als bald helles bald dunkles Olivengrün gewöhnlich der Rückenseite angehört.

Bei den Dendrochiroten überwiegen einfarbige Färbungen, die nur selten durch dunklere Flecken oder netzförmige Zeichnungen unterbrochen sind; häufig aber haben hier wie bei den Aspidochiroten die Füsschen und Papillen, sowie auch die Fühler eine andere Färbung als die übrige Körperoberfläche und heben sich dadurch deutlicher von letzterer ab. Von einfach weisslichen, schmutzigweissen, grauweissen, grauen, gelblichweissen, gelblichgrauen, also im Ganzen pigmentarmen Formen beginnend, steigert sich die Farbe bei anderen zu lebhaftem Citronengelb, Orange, Ziegelroth, Zinnoberroth, Rosenroth, oder es verdunkelt sich die Farbe zu bräunlichgrau, bräunlichgelb, bräunlichroth, bis zu braun und schwarz. Seltener tritt eine dunkelblaue oder violette Färbung auf, die sich ebenfalls bis schwarz verdunkeln kann; noch seltener ist eine grüne Färbung, die entweder als Olivengrün oder als blasses Meergrün mit dunkelgrüner Beimischung auftritt. Nicht selten ist auch bei Dendrochiroten die Unterseite heller gefärbt als die Oberseite. — Semper macht in Betreff der Dendrochiroten die Bemerkung, dass bei den von ihm beobachteten Arten die lebhaft gefärbten vorzugsweise in geringen Tiefen, die einfarbig gelblichbraunen und weisslichen aber in grösseren Tiefen leben, und hebt insbesondere von *Colochirus quadrangularis* (Less.) hervor, dass Exemplare aus der Tiefe meist heller gefärbt seien als die vom Strande.

Variabilität der Färbung. Das zuletzt angeführte Beispiel lehrt bereits, dass ebenso wie in den anderen Klassen der Echinodermen so auch bei den Holothurien die Körperfarben der einzelnen Arten innerhalb gewisser Grenzen veränderlich sind. Diese Grenzen sind bald enge, bald weite. Das eine Mal ändert die Grundfarbe ab, das andere Mal die Flecken oder die netz- oder linienförmigen Zeichnungen. Insbesondere zeichnen sich durch grosse Veränderlichkeit der Färbung folgende Arten aus: unter den Synaptiden *Synapta beselii* Jäg. und *Chiridota purpurea* Stud., unter den Dendrochiroten der schon erwähnte *Colochirus quadrangularis* (Less.), unter den Aspidochiroten *Mülleria lecanora* Jäg., *Stichopus variegatus* Semp., *Holothuria impatiens* (Forsk.), *pardalis* Sel., *vagabunda* Sel., *marmorata* (Jäg.), *atra* Jäg.

4. Aeussere Beschaffenheit und Consistenz der Körperwand.

Oberflächlich ist die Körperwand, wenn man absieht von den erst beim Wassergefässsystem näher zu besprechenden Ambulacralanhängen (Füsschen und Papillen), entweder glatt oder mit feineren oder gröberen Unebenheiten ausgestattet. Diese Unebenheiten treten gewöhnlich in Form von kleineren oder grösseren warzenförmigen Erhebungen, seltener in Gestalt von Rinnen und Furchen auf; jene werden bei einigen *Synapta*-Arten, z. B. *S. beselii* Jäg., so stark, dass sie als buckelförmige Auftreibungen erscheinen,

und sind dann in regelmässige Längs- und Querreihen geordnet. Das runzelige Aussehen sehr vieler Holothurien, namentlich der Weingeistexemplare, beruht zum Theil auf Contractionserscheinungen, zum Theil aber auch auf der Form und Anordnung der Ambulacralanhänge. Letztere können sich namentlich am Rücken zu langen, mehr oder weniger starren Fortsätzen ausbilden. Die meisten Seewalzen fühlen sich glatt und schlüpfrig an, während man beim Anfassen anderer in Folge der Menge oder der Grösse oder der besonderen Gestalt der in der Haut steckenden Kalkkörper den Eindruck des Rauhen bis Sandigen oder Klettenden hat. Nicht selten, z. B. bei *Myriotrochus*, manchen *Synapta*- und *Chiridota*-Arten, ist die Körperwand so dünn und durchscheinend, dass die inneren Organe, insbesondere die fünf der Körperwand dicht anliegenden Längsmuskel deutlich durchschimmern. Ist sie bei ihrer Dünnheit zugleich sehr hart durch die eingelagerten Kalkkörper und noch dazu farblos oder schwach gefärbt, so nimmt das ganze Thier ein glasiges Aussehen an, z. B. bei *Echinocucumis typica* Sars, manchen *Cucumaria*-Arten und vielen Elasipoden. In den meisten Fällen aber ist die Körperwand ziemlich dick und undurchsichtig und dann von weicher oder knorpelähnlicher oder lederartiger oder selbst steinharter Consistenz; letzteres z. B. bei manchen *Psolus*-, *Ocnus*-, *Thyone*- und *Colochirus*-Arten. Falls eine Kriechsohle vorhanden ist, verdickt sich oft die Haut in den Flanken, während sie sich im Bereiche der eigentlichen Kriechsohle verdünnt.

II. Haut; Schichten derselben.

Nachdem schon Tiedemann (273) bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) die Oberhaut von der dicken, darunter gelegenen Lederhaut unterschieden hatte, machte Quatrefages (210) den ersten Versuch in den feineren Bau einzudringen. Er fand bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.), dass die „Oberhaut“ Tiedemann's wieder in zwei Schichten zerfällt, von denen er die äussere mit der Epidermis, die innere mit dem Derma höherer Thiere verglich, während er die „Lederhaut“ Tiedemann's als ein elastisches Fasergewebe bezeichnete, das zur eigentlichen Haut nicht mitgerechnet werden dürfe. Leydig (142 und 144) aber und später Baur (10) zeigten — beide an *Synapta digitata* (Mont.) — dass die Deutung, welche Quatrefages den drei erwähnten Schichten gegeben, sich nicht halten lasse, dass vielmehr die „Epidermis“ von Quatrefages übereinstimme mit der Grenzmembran, welche bei anderen Thieren in weitester Verbreitung dem Körperepithel aufliegt und desshalb wie jene als eine Cuticula bezeichnet werden müsse, dass ferner das eigentliche Körperepithel in der von Quatrefages „Derma“ genannten Lage gegeben sei und dass endlich (Baur) das darunter folgende „elastische Fasergewebe“ sich sehr wohl, wie es schon Tiedemann gethan, mit der Lederhaut anderer Thiere vergleichen lasse. Seitdem ist diese Auffassung überall durchgedrungen und sowohl durch alle neueren ana-

tomischen Untersuchungen als auch durch die Entwicklungsgeschichte bestätigt worden. Wir unterscheiden demnach in der Haut von aussen nach innen: 1) die Cuticula, 2) das Körperepithel (Subcuticularschicht), welches mit der Cuticula zusammen die Epidermis oder Oberhaut bildet, 3) die Lederhaut (Cutis, Corium, Derma).

1) Die **Cuticula.** Sie ist ein sehr dünnes, zartes, glashelles, fast an allen Körperstellen gleichdickes Häutchen, welches weder eine Schichtung noch eine sonstige Structur erkennen lässt und auf ihrer glatten Oberfläche keine Wimpern trägt.

2) Das **Körperepithel** tritt als eine einschichtige Lage von Zellen auf, die in der Regel mit ihrem längeren Durchmesser senkrecht zur Cuticula stehen; es lässt sich daher das ganze Epithel in die Kategorie des einschichtigen Cylinderepithels einordnen. Ueber den feineren Bau desselben hat Hamann (91—93) Näheres berichtet, nachdem schon vorher Leydig, Baur, Selenka, Semper, Teuscher, Danielssen und Koren und (gleichzeitig mit Hamann) Jourdan einige Angaben darüber gemacht hatten. Hamann unterscheidet nach seinen besonders an *Synapta digitata* (Mont.) angestellten Untersuchungen vier verschiedene Arten von Zellen im Körperepithel: a) Stützzellen, b) Sinneszellen, c) Becherdrüsen als eine erste und d) Schlauchdrüsen als eine zweite Sorte von einzelligen Hautdrüsen. Die Stützzellen sind schmal, cylindrisch bis spindelförmig, basalwärts verjüngt und tragen ihren Kern in der Regel in einer mittleren Anschwellung. Die Sinneszellen sind feinere, mehr fadenförmige Gebilde, die sich nach unten in eine dünne Fibrille verlängern und dadurch mit dem subepithelialen Nervengeflecht verbinden; sie kommen theils vereinzelt zwischen den Stützzellen vor, theils in grösserer Anzahl vereinigt in den Hautsinnesorganen, von denen beim Nervensystem die Rede sein wird. Das Vorkommen von Drüsenzellen ist zuerst von Teuscher (261) bei *Synapta* angedeutet worden; Danielssen und Koren (50) beschrieben sie bei *Kolga hyalina* Dan. und Kor. und *Acanthotrochus mirabilis* Dan. und Kor., und Jourdan (114) erwähnte derselben von *Stichopus regalis* (Cuv.). Nach Hamann treten sie bei *Synapta* in 2 Formen auf. Die erste derselben, die er Becherdrüsen nennt, umschliessen in ihrem annähernd kugeligen Körper, mit dem sie an die Cuticula anstossen, eine eiförmige Ansammlung eines hellen, feinkörnigen Secretes, welches durch einen die Cuticula durchbohrenden feinen Porus entleert werden kann; im Grunde des Zellkörpers liegt der Kern. Ein kürzerer oder längerer Basalfortsatz der Drüsenzelle reicht bis unter die Epithellage; doch konnte eine nervöse Beschaffenheit dieses Fortsatzes nur vermuthet werden. Die Becherdrüsen finden sich auf allen Stellen der Körperoberfläche, bald dicht gedrängt, bald mehr zerstreut, besonders zahlreich aber unterhalb der Fühler, auf den Fühlern und auf der Mundhaut. Auch die zweite Art von Drüsenzellen, von Hamann Schlauchdrüsen genannt, kommt vorzugsweise auf den Fühlern, aber auch auf der sonstigen Körperoberfläche einzeln oder in Gruppen vor. Es sind kolben- bis cylinderförmige Zellen, die von ihrer den Kern beherbergenden Basis einen Fort-

satz bis in das Bindegewebe der Lederhaut entsenden und mit einem grobkörnigen, Farbstoffe gierig aufnehmenden Inhalte erfüllt sind; ein Ausführungsporus konnte an ihnen noch nicht nachgewiesen werden.

Ueber das Auftreten von Pigment im Körperepithel liegen nur einige wenige Angaben vor: bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) von Quatrefages (210), bei *Synapta digitata* (Mont.) von Leydig (142) und Baur (10), bei *Stichopus regalis* (Cuv.) von Jourdan (114) und bei einer *Cucumaria*-Art von Hamann (91). Demnach scheint es, dass das Pigment der Holothurienhaut in den meisten Fällen seinen Sitz in der Lederhaut hat.

3) Die **Lederhaut** wird durch eine mehr oder weniger mächtige Schicht eines faserigen Bindegewebes gebildet, beherbergt die weiter unten zu besprechenden Kalkkörper und ist, wie schon gesagt, der Hauptträger des Pigmentes. Ihre Dicke wechselt je nach den Gattungen und Arten in weiten Grenzen; während dieselbe bei manchen Synaptiden nur einige Zehntel oder Hundertstel eines Millimeters beträgt, steigt sie bei *Holothuria*- und namentlich bei *Stichopus*-Arten auf 5—10 Mm. Bei den Dendrochiroten ist die Lederhaut gewöhnlich hinter den Fühlern, also an dem einstülpbaren Vorderabschnitte der Leibeswand erheblich dünner als sonstwo. Die Consistenz der Lederhaut ist selten eine weiche, in der Regel eine leder- oder knorpelartige und oft durch die Kalkeinlagerungen bis zu ziemlicher Starrheit gesteigert. Auf dem Schnitte hat sie ein weissliches bis gelbliches Aussehen, welches gewöhnlich in der an die Epidermis anstossenden Lage durch Pigmenteinlagerungen verdeckt wird. Ihr mit seltenen Ausnahmen faseriger Bau war schon Tiedemann (273) und Delle Chiaje (38 u. 39) bekannt; Quatrefages (210), Leydig (143) und Baur (10) lieferten die ersten Notizen über die Einzelheiten ihrer histologischen Zusammensetzung, in welche dann besonders Semper (238), Jourdan (114) und Hamann (91—93) tiefer eindrangen.

Drei Hauptbestandtheile sind es, die wir, abgesehen von den Kalkkörpern, an der Lederhaut unterscheiden: a) die Grundsubstanz, b) Fasern, c) Zellen; dazu kommen sehr häufig d) Pigmentablagerungen, selten dagegen e) Drüsen.

a) Die Grundsubstanz ist von hyaliner Beschaffenheit und geringer Consistenz; selten zeigt sie eine gleichmässige, schwache, gelbliche oder röthliche Färbung.

b) Die Fasern, welche, soweit bis jetzt bekannt, nur bei *Kolga hyalina* [nach Danielssen und Koren (50)] ganz fehlen, treten bald als sehr feine, äusserst dünne Fibrillen, bald als kräftigere, dicke Fasern auf. Baur (10) unterschied bei *Synapta digitata* (Mont.) die kräftigeren Fasern, welche bei Essigsäure-Zusatz verschwinden, als eigentliche Bindegewebsfasern von den feineren, Netze bildenden und gegen Essigsäure beständigen, die er für elastische Fasern erklärte. Semper (238) dagegen wendete die Bezeichnung elastische Fasern gerade auf die gröberen Fasern an, die nach seiner Ansicht durch eine Sonderung der Grundsubstanz ihre Entstehung nehmen, während er die Baur'schen „elastischen Fasern" aus

Fortsätzen der sternförmigen Bindegewebszellen hervorgehen lässt. Teuscher (261), Jourdan (114) und Hamann (91—93) halten an der Unterscheidung zweier wesentlich verschiedener Fasersorten nicht länger fest und es entstehen nach Hamann alle Fasern, die feinsten wie die gröbsten, als Ausläufer von Zellen. Die gröberen Fasern können bei einigen Aspidochiroten eine Dicke von 9—12 μ erreichen und zeigen eine feine parallele Längsstreifung als Ausdruck einer Zusammensetzung aus feinsten Fibrillen. Die feinen Fasern dagegen sind oft kaum dicker als jene Fibrillen der gröberen, sodass die Auffassung nahe liegt, es seien die gröberen Fasern überhaupt nichts Anderes als bündelförmige Vereinigungen der feinsten. Bezüglich ihrer Einordnung zu den elastischen Fasern im Sinne der Histologie spricht sich Jourdan dahin aus, dass zwar der Lederhaut im Ganzen die Funktion eines elastischen Gewebes zukomme, dass aber die Fasern selbst der histologischen Eigenschaften elastischer Fasern höherer Thiere ermangeln. Die Vertheilung und Anordnung der feineren und gröberen Fasern in der Grundsubstanz scheint je nach Gattung und Art manchen Verschiedenheiten zu unterliegen — Verschiedenheiten, die zum Theil durch die verschiedene Mächtigkeit der Kalkkörper-Entwicklung bedingt sind. Doch lassen sich im Allgemeinen zwei Hauptschichten der Faseranordnung und damit überhaupt der Lederhaut unterscheiden: eine äussere und eine innere. In der äusseren Schicht (couche aréolaire Jourdan) kommen vorzugsweise feinere, wellenförmig verlaufende Fasern vor; in lockerer netzartiger Aneinanderlagerung bilden sie von den Kalkkörpern ausgefüllte Maschen, wesshalb die äussere Schicht der Lederhaut auch als Kalkkörperschicht bezeichnet wird. In der inneren Schicht (couche conjonctive Jourdan) legen sich gröbere Fasern zu Bündeln zusammen, welche theils parallel verlaufen, theils in den verschiedensten Richtungen sich kreuzen, durchflechten und verfilzen; im Ganzen herrscht aber doch eine zur Längsaxe des Körpers quere Richtung des Faserverlaufes vor. Die knorpelähnliche Festigkeit der Lederhaut vieler Arten wird durch die starke Entwicklung und enge Verwebung der groben Fasern der Innenschicht hervorgebracht.

c) Die Zellen der Lederhaut sind, wie Semper (238) zuerst festgestellt hat, von zweierlei Art: a) mit den Fasern verbundene Bindegewebszellen, b) freie Wanderzellen. Die Bindegewebszellen haben eine spindel- oder sternförmige Gestalt und setzen sich mit ihren Ausläufern unmittelbar fort in die vorhin beschriebenen Fasern; besonders deutlich lassen sie sich in der äusseren Lederhautschicht nachweisen; nach Semper haben sie einen geringen Grad von Bewegungsfähigkeit; ihre durchschnittliche Grösse beträgt bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) und *Cucumaria Planci* v. Marenz. 9—10 μ. Hamann unterscheidet die Bindegewebszellen in wohl zu weit getriebener und kaum durchführbarer Kategorienbildung nochmals in zwei Sorten, die sich in der Hauptsache nur durch kleine Verschiedenheiten in Form (länglich oder rundlich) und Grösse ihres Kernes auseinander halten lassen. Den Wanderzellen — ich wähle

diese kürzere Bezeichnung für die „Plasmawanderzellen" Hamann's — begegnet man vorzugsweise in faserfreien oder faserarmen Bezirken der Lederhaut; doch kommen sie auch in der inneren Lederhautschicht vor, namentlich in deren innersten Zone, frei zwischen den Fasern und Faserbündeln. Wir werden diese Zellen später noch mehrfach im Bindegewebe anderer Organe antreffen und dann auch ihre Beziehungen zu den in der Leibeshöhlen- und Wassergefäss-Flüssigkeit vorkommenden Zellen ins Auge fassen. Semper, der die Wanderzellen zuerst beschrieb, nannte sie Schleimzellen, weil er der Ansicht war, dass aus ihnen der Schleim herrühre, den man nach Druck oder Zusatz von süssem Wasser aus allen Organen der Holothurien ausdringen sieht. Jourdan verglich sie mit den Lymphzellen anderer Thiere. Es sind amöboide Zellen, die sich bald in rundlicher oder ovaler Gestalt darbieten, bald Pseudopodien aussenden; in ihrem feingranulirten Plasma umschliessen sie einen rundlichen Kern und ferner, aber nicht immer, zahlreiche, stark lichtbrechende Tröpfchen (Körner) einer Substanz, welche sich in Essigsäure wenigstens theilweise auflöst, durch Aether nicht extrahirbar ist, durch Ueberosmiumsäure sich wenig bräunt und von Semper einfach als „Schleim" bezeichnet worden ist. Die Grösse der Wanderzellen beträgt bei *Synapta digitata* (Mont.) 7,5, bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) und *Cucumaria Planci* v. Marenz. 7—18 μ; bemerkenswerth ist, dass die kleineren (von 7—8 μ Grösse) der vorhin erwähnten Einschlusströpfchen stets zu entbehren scheinen.

d) Die Pigmentablagerungen der Lederhaut (über die verschiedene Färbung siehe S. 27—29) haben ihren Hauptsitz in deren äussersten Lage; hier bilden sie eine häufig recht ansehnliche Schicht, welche durch die dicht darüber liegende Epidermis hindurchscheint und so die äusserlich sichtbare, weiter oben schon besprochene Färbung der meisten Seewalzen bedingt. Indessen kommen auch in den tieferen Lederhautschichten mitunter Pigmentablagerungen vor. Entweder tritt das Pigment in Gestalt von Pigmentzellen auf oder als formlose, d. h. nicht in Zellen stattfindende Pigmentansammlungen. Jene haben gewöhnlich eine reich verästelte Gestalt. Diese aber bieten sich in Form einfacher Körnchen dar, welche sich entweder den Bindegewebsfasern oder auch den Nervenfasern der Lederhaut anlagern und denselben ein perlschnurartiges Aussehen geben oder aber sich zu unregelmässigen oder kugeligen Haufen zusammenballen, letzteres hauptsächlich in der innersten Schicht der Lederhaut in der Nähe der Quermuskulatur der Körperwand. Hamann (93) fand im Inneren solcher kugeligen Ansammlungen eines körnigen schwarzen Pigmentes bei *Synapta digitata* (Mont.) eine orangefarbene Kugel von starkem Lichtbrechungsvermögen, welche durch Alkohol oder Aether keine Veränderung erlitt, dagegen durch Essigsäure röthlich gefärbt wurde.

e) Drüsen, welche aus der Epidermis in die Lederhaut hinabreichen, sind bis jetzt nur in einem einzigen, noch dazu nur unzureichend untersuchten Falle bekannt geworden. Semper (238) beschreibt nämlich in den Rückenpapillen der *Mülleria lecanora* Jäg. säckchenförmige Organe in der

Lederhaut, welche von einem Epithel ausgekleidet und von einer schleimigen, gelblichen, homogenen Masse erfüllt sind; sie scheinen mit einer ziemlich grossen Oeffnung auf der Oberfläche der Haut zu münden und drüsiger Natur zu sein.

III. Kalkkörper der Haut und der Ambulacralanhänge.

In der Lederhaut der Körperwand, sowie der Ambulacralanhänge, finden sich fast bei allen Holothurien bestimmt geformte Kalkkörper, welche nur in den selteneren Fällen dem blossen Auge deutlich werden, meistens aber so klein sind, dass sie die mikroskopische Untersuchung nöthig machen. Nachdem schon im vorigen Jahrhundert Strussenfelt (252) die grossen Kalkschuppen von *Psolus phantapus* (Struss.) geschildert hatte, dauerte es doch noch lange Zeit, bis in dem Besitze kalkiger Hartheile eine allgemeine Eigenschaft der Holothurienhaut erkannt wurde. Selbst einem so bahnbrechenden Forscher wie Tiedemann blieb die Sache verborgen. Erst als Lesson (138) und Mertens (vergl. Ludwig 154) die Anker in der Haut der Synapten entdeckt und auch Jäger (110) dieselben beschrieben hatte, nachdem ferner Delle Chiaje (38 und 39) das Vorkommen „steiniger" Gebilde in der Haut von *Stichopus regalis* (Cuv.) und *Thyone fusus* (O. F. Müll.) und Quoy und Gaimard (211) Aehnliches von einer anderen *Thyone*-Art erwähnt, Grube (81) sie auch bei *Phyllophorus granulatus* (Grube) gefunden hatte, mehrten sich bald die Angaben, durch welche eine allgemeine Verbreitung der Kalkkörper in der Haut der Seewalzen nachgewiesen und zugleich ihre ausserordentlich mannigfaltigen Formen näher bekannt wurden. So fand zunächst Ehrenberg (57) im Meeresschlamme isolirte Kalkkörper von rädchen- oder ankerförmiger Gestalt, denen er freilich, obschon er ihre Zugehörigkeit zu den Holothurien vermuthete, besondere Gattungs- und Artnamen gab. Dann beschrieb Quatrefages (210) die zu den Ankern der Synapten gehörigen Ankerplatten und theilte zugleich mit, dass Dujardin auch bei den Cucumarien Kalkkörperchen aufgefunden habe. Kurz darauf wies auch Costa (42) darauf hin, dass den Kalkkörpern eine allgemeine Verbreitung bei den Holothurien zukomme. von Düben und Koren (53 u. 54) führten das weiter aus, gaben genaue Beschreibungen und Abbildungen der Kalkkörper der nordischen Arten und legten dadurch den Grund zu der von da an von allen Forschern geübten Berücksichtigung jener Gebilde für die Abgrenzung der Arten. Schon im Jahre 1848 konnte in Folge dessen von Siebold (240) in seiner vergleichenden Anatomie die Kalkkörperchen als ein allgemeines Charakteristicum der Holothurien aufführen. Das ist auch heute noch gültig, obschon es einzelne Arten gibt, z. B. *Anapta subtilis* Sluit., *Trochostoma arenicola* (Stimps.), *Cucumaria perspicua* Ludw., *Orcula barthii* Trosch., mehrere *Thyone*- und *Thyonidium*-Arten, bei denen die Kalkkörperchen fehlen.

Für die Kenntniss der wichtigsten Formen, in welchen die Kalkkörperchen auftreten, sowie für die Beantwortung der Frage, ob aller Mannigfaltigkeit derselben eine oder mehrere Grundformen als Ausgangspunkt dienen, empfiehlt es sich die einzelnen Familien der Reihe nach durchzunehmen; dabei wollen wir zunächst nur die Kalkkörper der eigentlichen Haut und erst später die der Ambulacralanhänge ins Auge fassen.

A. Kalkkörper der Haut.

1. **Synaptidae.** Die charakteristischen Gestalten der Kalkkörper sind Anker und Rädchen, jene in Verbindung mit Ankerplatten, diese häufig in Gesellschaft gekrümmter Stäbchen, jene der Gattung *Synapta*, diese besonders der Gattung *Chiridota* eigenthümlich.

An den Ankern (I, 1)*) kann man drei Hauptheile unterscheiden: a) den aus den beiden Ankerarmen gebildeten Bogen, b) den Schaft (Stiel), c) die Handhabe (Griff). Der Ankerbogen ist oft auf der Mitte seiner Convexität oder auf der convexen Begrenzungslinie seiner Arme mit kleinen Einkerbungen oder kurzen Zäpfchen oder grösseren Zähnchen besetzt. Der Schaft ist nicht seiner ganzen Länge nach drehrund, sondern in seinem der Handhabe näher liegenden Abschnitte in der Weise seitlich etwas zusammengedrückt, dass er hier einen abgerundeten, niedrigen Längskiel erhält, der sich in der natürlichen (s. unten) Lage des Ankers an der der Ankerplatte zugekehrten (= inneren) Seite des Schaftes befindet. Das Uebergangsende des Schaftes in die Handhabe ist gewöhnlich leicht nach der dem erwähnten Längskiele entgegengesetzten (= äusseren) Seite des Schaftes gebogen. Die Handhabe ist an ihrem im Allgemeinen convexen Aussenrande entweder mit feinen Rauhigkeiten besetzt oder in eine Anzahl kurzer Fortsätze vergabelt, die dann ihrerseits an ihren Enden jene Rauhigkeiten aufweisen können. — Auffallend kurz und gedrungen sind die Anker bei *Synapta autopista* v. Marenz.; durch ihre Kleinheit zeichnen sie sich aus bei *S. molesta* Semp., durch ihre Grösse bei *S. beselii* Jäg., *S. hispida* Hell. u. a. Mitunter kommen bei ein und derselben Art zweierlei an Grösse oder auch noch an Form verschiedene Anker vor, z. B. bei *S. pseudodigitata* Semp., *S. bankensis* Ludw., *S. innominata* Ludw., *S. digitata* (Mont.) — Ferner gibt es allerlei Abweichungen von der gewöhnlichen Gestalt der Anker, welche bald normale Vorkommnisse, bald aber auch Missbildungen zu sein scheinen. So kennt man Anker mit Durchlöcherungen in Schaft und Bogen oder an der Uebergangsstelle des Schaftes in den Bogen bei *S. tenera* Norm. und *S. digitata* (Mont.), solche mit ungleich grossen oder ungleich gekrümmten und manchmal auch noch ungleich geformten Armen bei *S. asymmetrica* Ludw., *S. petersi* Semp., *S. verrilli* Théel, dann solche mit einem dritten überzähligen Arme bei *S. bidentata* Woodw.

*) Während wie früher bemerkt durch eingeklammerte arabische Ziffern auf das Litteraturverzeichniss verwiesen wird, werden die Tafelfiguren mit einer lateinischen und einer arabischen Ziffer angeführt, von denen jene die Tafel, diese die Figur angibt.

und Barr. und *S. aculeata* Théel, ferner Doppelanker, bei denen die Handhabe zu einem zweiten Ankerbogen ausgewachsen ist, bei *S. aculeata* Théel; endlich kommen auch Anker vor, deren Schaft sich nahe unter dem Ankerbogen zu einem doppelten (bei *S. vittata* (Forsk.) und *S. orsinii* Ludw.) oder selbst dreifachen (bei *S. godeffroyi* Semp.) Schafte gabelt, von denen dann jeder seine eigene Handhabe besitzt.

Die Ankerplatten führen ihren Namen deshalb, weil sie den Ankern, die sich mit ihrer Handhabe auf ihnen befestigen, zur Stütze dienen. Sie treten stets als gegitterte, längliche Platten auf, deren Längsaxe mit der Längsaxe des zugehörigen Ankers in eine Ebene fällt, die sich aber im übrigen in zwei Hauptformen darbieten. Die eine Sorte ist durch eine regelmässige Form, Zahl und Anordnung der grösseren Löcher des Gitters gekennzeichnet, während bei der anderen Sorte die Löcher in Form, Zahl und Anordnung eine grössere Unregelmässigkeit zeigen und auch die äussere Umrandung der ganzen Platte eine weniger bestimmte ist als bei der ersten Sorte. Als Beispiel der ersten Sorte wählen wir die Ankerplatte von *Synapta recta* Semp. (1, 3). Dieselbe hat im Ganzen die Gestalt eines mehr oder weniger in die Länge gezogenen und an den Ecken stark abgerundeten Sechseckes; eine der 6 Ecken ist zum Zwecke der Verbindung mit der Handhabe des Ankers anders gebaut als die fünf anderen Ecken und liegt immer an dem einen Ende der Längsaxe der Platte; wir nennen dieses Ende das Gelenkende oder aus gleich anzugebendem Grunde das Bügelende; das entgegengesetzte Ende mag als freies Ende der Ankerplatte bezeichnet werden. Häufig setzt sich das Bügelende durch eine stärkere Einschnürung deutlicher von dem Haupttheil der Ankerplatte ab und erscheint dann wie ein Handgriff an demselben, z. B. bei *S. grisea* Semp. und *S. glabra* Semp. Die Ankerplatte ist in unserem Beispiel von sechs grossen, länglichrunden, bezahnten Löchern durchbrochen, an welche sich im Bügelende drei kleinere (ein unpaares und zwei paarige) und schliesslich noch einige kleinste, glattrandige Löcher anschliessen. Die sechs bezahnten Löcher sind so angeordnet, dass eines die Mitte einnimmt und von den fünf peripherischen jedes seiner Lage nach einer der fünf gleichmässig abgerundeten Ecken der hexagonalen Grundform der Platte entspricht. Von den drei glatten Löchern des Bügelendes lagert sich eines, das unpaare, zwischen die zwei benachbarten bezahnten Löcher und schliesst so den Kranz, welchen überhaupt die peripherischen bezahnten Löcher um das centrale bezahnte Loch bilden; aber auch darin zeigt das in Rede stehende unpaare Loch des Bügelendes seine nahe Beziehung zu den sechs bezahnten Löchern, dass es bei manchen Arten ebenso bezahnt ist wie jene und dann als siebentes bezahntes Loch bezeichnet wird, z. B. bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.), *S. lappa* J. Müll., *S. grisea* Semp., *S. glabra* Semp. Die beiden paarigen Bügellöcher sind in solchen Fällen, in denen sich das Bügelende zu einem deutlichen Handgriff abschnürt (s. oben), gewöhnlich sehr verkümmert oder fehlen wohl auch ganz. Seinen Namen verdankt das Bügelende dem Umstande, dass sich auf seiner äusseren, dem Anker

und der Hautoberfläche zugekehrten Seite eine quere Kalkspange, der Bügel, vom linken Rande des unpaaren Loches zu dessen rechtem Rande bogenförmig hinüberspannt und so das Loch überbrückt. Dieser Bügel ist mitunter ebenfalls bedornt, z. B. bei *S. vivipara* (Oerst.). Die Zähne an den Rändern der erwähnten bezahnten Löcher haben die Eigenthümlichkeit, dass sie in zwei verschiedenen Ebenen liegen, die einen in der Ebene der äusseren, d. h. dem Anker zugekehrten Oberfläche der Ankerplatte, die anderen in der Ebene der entgegengesetzten, unteren Fläche; jene besetzen den der Peripherie der ganzen Platte näher liegenden Rand der Löcher, diese den dem Mittelpunkte der Platte zugekehrten; indessen können jene sich aber auch über den ganzen Umfang der Löcher ausdehnen, z. B. bei *S. grisea* Semp. — Ein Beispiel der zweiten Sorte von Ankerplatten bietet uns die *S. beselii* Jäg. (I, 2). Der äussere Umriss der Platte ist weniger regelmässig und gleicht im Ganzen einem abgerundeten Rechteck; die Löcher sind sehr zahlreich, verhältnissmässig klein, die mittleren grösser als die dem Rande der Platte näherliegenden, die Ränder der Löcher glatt oder hier und da mit einem in das Loch vorspringenden Auswuchs besetzt; ein querer Bügel ist auch hier an dem einen Ende der Platte zur Ausbildung gelangt. In anderen Fällen wird die Ankerplatte im Vergleich zu ihrer Länge erheblich breiter, z. B. bei *S. pseudodigitata* Semp., *S. distincta* v. Marenz., *S. abyssicola* Théel, *S. bankensis* Ludw.; dann sind häufig sämmtliche Löcher der Platte mit Zähnchen besetzt und der äussere Umriss der Platte mehr oder weniger zackig, z. B. bei *S. insolens* und *abyssicola* Théel. Der Bügel ist bei den Ankerplatten dieser zweiten Kategorie nicht immer, z. B. bei *S. ooplax* v. Marenz., so gut ausgebildet wie in unserem Beispiel, ja er kann, z. B. bei *S. molesta* Semp., ganz in Wegfall kommen. Ein gut abgegrenzter Handgriff am Bügelende ist seltener vorhanden als bei den Ankerplatten unserer ersten Sorte; wenn es der Fall ist, so hat die Ankerplatte im Ganzen etwa die Gestalt eines Handspiegels und ist von einer verhältnissmässig geringen Anzahl glattrandiger Löcher durchbohrt, z. B. bei *S. digitata* (Mont.), *S. dubia* Semp., *S. incerta* Ludw. — Falls der Anker einen doppelten Schaft (s. oben) besitzt, so ist auch die Ankerplatte entsprechend abgeändert, indem sie zwei nebeneinander angebrachte Bügel ausbildet, je einen für jeden Ankerschaft, z. B. bei *S. orsinii* Ludw.

Die Verbindung des Ankers mit der Ankerplatte findet in der Weise statt, dass der Anker mit seiner Handhabe dem Bügel aufliegt und dabei mit seinem Schafte einen Winkel von beiläufig 45° zur Ebene der Ankerplatte bildet, indem zugleich die Längsaxe des Ankerschaftes mit der Längsaxe der Ankerplatte in eine Ebene fällt. Nach Held (95) und Baur (10) soll die Handhabe des Ankers durch das Bügelloch durchgesteckt sein. Semper (238) hingegen widerstreitet dieser Ansicht mit Recht und hebt hervor, dass bei sämmtlichen von ihm untersuchten Arten die Handhabe gegen das Bügelende der Platte angelehnt sei. — Auch bei *S. kefersteinii* Sel. und *S. grisea* Semp. sehe ich, dass der Anker dem Bügel aufliegt, nicht durchgesteckt ist. Um den Anker auf seiner Ankerplatte fest-

zuhalten dienen nur umspinnende Bindegewebsfasern; Bewegungen des Ankers können somit, da Muskelfasern fehlen, dem Willen des Thieres nicht unterworfen sein. — Die Stellung, welche Anker und Ankerplatten in Bezug auf die Längsaxe des Thieres einnehmen, scheint von den meisten Forschern bis jetzt nicht näher beachtet worden zu sein, nur von den beiden europäischen Arten *S. digitata* (Mont.) und *S. inhaerens* (O. F. Müll.) wird angegeben, dass die Anker stets quer zur Längsaxe des Thieres liegen.

In Begleitung der Anker und Ankerplatten treten auch noch viel kleinere, in der Regel ausserordentlich zahlreiche Kalkkörperchen auf, welche gewöhnlich als „Hirseplättchen“ bezeichnet werden. Sehr häufig haben sie die Gestalt winziger Körnchen, die sich zu Bogen oder Ringen oder unregelmässigen Rosetten zusammenlegen (I, 4); bei näherer Untersuchung, wie ich sie z. B. bei *S. grisea* Semp. vornahm, zeigt sich, dass die einzelnen Körnchen eines derartigen Hirseplättchens nicht gesondert auftreten, sondern als Auswüchse eines feinen, gekrümmten Stäbchens ihre Entstehung nehmen. In andern Fällen treten die Hirseplättchen in Form von länglichrunden oder biscuit- oder hantelförmigen Körperchen auf, z. B. bei *Anapta gracilis* Semp., *Synapta bankensis* Ludw., *S. benedeni* Ludw., oder sie sehen aus wie kleine Klammern, z. B. bei *S. incerta* Ludw., oder stellen kreuzförmige oder verästelte Stäbchen, z. B. bei *S. distincta* v. Marenz., *S. dubia* Semp., *S. molesta* Semp., *S. nigra* Semp., dar, welche sich bei *S. molesta* Semp. und *S. ooplax* v. Marenz. auch zu durchlöcherten Plättchen ausbilden können. Entweder kommen die Hirseplättchen zerstreut in der ganzen Haut vor oder nur den Längsmuskeln entlang; die biscuitförmigen finden sich vorzugsweise an und auch in den Längsmuskeln. Auch ereignet es sich, dass die Hirseplättchen sich zu grösseren Gruppen anhäufen, welche z. B. bei *Synapta grisea* Semp. schon äusserlich als blaugraue, bei *S. beselii* Jäg. als weisslichgelbe Flecken der Haut bemerklich werden.

Die häufigste Form der rädchenförmigen Kalkkörper ist das mit sechs Speichen versehene Rädchen, wie es für die Gattung *Chiridota* charakteristisch ist (I, 5). Der Radkranz des Rädchens ist an seiner inneren Umrandung mit einer grossen Zahl sehr feiner Zahnspitzen besetzt. Die Form des Rädchens lässt sich, wie Seitenansichten lehren, im Ganzen mit einem Napfe vergleichen, dessen Boden (die Nabe des Rades) in die nach oben, d. h. nach der Hautoberfläche gerichtete Concavität des Napfes vorgewölbt ist und dessen Rand nach einwärts geschlagen ist und so einen Randsaum bildet, der an seiner einwärts gerichteten Begrenzung die erwähnten Zähnchen trägt. Die Rädchen liegen bei *Chiridota* nicht vereinzelt in der Haut, sondern in Gruppen, sog. Rädchenpapillen, vereinigt, die gewöhnlich wärzchenförmig nach aussen vorspringen und oft auch schon durch ihre weissliche Farbe auffallen. In jeder Rädchenpapille findet sich eine wechselnde, aber in der Regel ziemlich beträchtliche Anzahl (30—80) von Rädchen, die sehr häufig ungleich gross sind. Entweder sind die Rädchenpapillen über den ganzen Körper ziemlich gleichmässig und ohne Reihenstellung vertheilt, z. B. bei *Chiridota variabilis* Semp.,

Ch. panaensis Semp., *Ch. dubia* Semp., oder sie lassen dabei die fünf Radialregionen frei, bei *Ch. rotifera* Pourt., oder sie stehen in Längsreihen und sind dann ebenfalls auf die Interradien beschränkt, z. B. bei *Ch. violacea* Pet. und Ch. *eximia* Haacke. Im letzteren Fall besetzen sie manchmal nur die drei dorsalen Interradien oder sind wenigstens an diesen Stellen viel zahlreicher als in den beiden ventralen Interradien, z. B. bei *Ch. vitiensis* Semp., *Ch. laevis* (Fabr.), *Ch. pisanii* Ludw. Auch bei *Myriotrochus* sind die Rädchen an der Dorsalseite sehr viel zahlreicher als an der Bauchseite. Bei *Acanthotrochus, Myriotrochus* und *Trochoderma* findet keine Zusammendrängung der Rädchen zu „Rädchenpapillen" statt; bei den beiden erstgenannten Gattungen liegen die Rädchen neben einander in der Haut; bei *Trochoderma* ordnen sie sich in mehrere Schichten übereinander. — Um aber auf die Form der Rädchen zurückzukommen, so wird von der Sechszahl der Speichen in der Gattung *Chiridota* nur ausnahmsweise abgewichen, indem sieben- oder selbst neunspeichige Rädchen mitunter zwischen den regelmässig sechsspeichigen angetroffen werden. Dagegen sind Rädchen mit einer grösseren Anzahl der Speichen den Gattungen *Trochoderma, Acanthotrochus* und *Myriotrochus* eigen; bei *Acanthotrochus* zählt man 8—11, bei *Trochoderma* 10—16, bei *Myriotrochus* 15—24 (in der Regel 19) Speichen. Bei *Trochoderma* ist der Radkranz der Rädchen an seiner oberen, äusseren und unteren Seite mit zahlreichen Dornfortsätzen besetzt, von denen die der unteren Seite am grössten sind und der Zahl nach mit der Zahl der Speichen übereinstimmen. Bei *Acanthotrochus* zeigen die Speichen die Besonderheit, dass sie an ihren Rändern flügelförmig verbreitert sind. Dieselbe Gattung lehrt auch, dass zwei verschiedene Formen von Rädchen gleichzeitig vorkommen können. Die eine Form der *Acanthotrochus*-Rädchen ist kleiner, hat fast immer 11 Speichen und am Radkranze gewöhnlich doppelt so viele einwärts gerichtete Zähne; die concave Seite des im Ganzen auch hier napfförmigen Rädchens ist nach der Hautoberfläche gerichtet. Die andere etwas grössere Form schwankt in der Speichenzahl von 8—11 (meistens 8) und ist am Aussenrande des Radkranzes mit etwa ebenso vielen abstehenden Stacheln besetzt (I, 14), welche in ihrer Stellung mit den Speichen abwechseln; die der Hautoberfläche zugekehrte Oberseite dieser Rädchen ist flach, die abgekehrte Unterseite leicht concav. Bei *Myriotrochus* (I, 8) ist der Radkranz mit einwärts gerichteten kräftigen Zähnen besetzt, deren Zahl fast ausnahmslos etwas grösser (23—25) ist als die Zahl der Speichen; das ganze Rädchen hat die Gestalt eines flachen Napfes, dessen Concavität nach der Oberfläche der Haut gerichtet ist. Es zeigen demnach die einwärts gerichteten Zahnbildungen am Radkranze der *Chiridota-, Myriotrochus-* und der kleineren *Acanthotrochus*-Rädchen darin Uebereinstimmung, dass sie sich immer an der obern, der Aussenwelt zugekehrten Seite des Rädchens befinden. — Aehnliche Rädchen, wie wir sie soeben bei den Gattungen *Chiridota, Trochoderma, Acanthotrochus* und *Myriotrochus* kennen gelernt haben, finden sich bemerkenswertherweise auch bei der Gattung *Synapta*, jedoch nur bei der als *Auricularia* be-

zeichneten Larvenform. Die *Auricularia*-Rädchen (I, 9) besitzen bei *Synapta digitata* (Mont.) ungefähr 12—16 Speichen und einen ganz glatten Radkranz. — Die Nabe der Rädchen ist solid und an ihrer Oberseite meistens glatt, seltener mit kleinen Knötchen besetzt; letzteres wird beispielsweise von *Myriotrochus* angegeben. An die Innenseite der Nabe befestigen sich kürzere oder längere Faserbündel, über deren Bau und Funktion genauere Angaben fehlen. Bei *Chiridota violacea* Pet. verbinden sich nach Joh. Müller (179) die Faserstiele aller Rädchen einer Rädchenpapille zu einem gemeinschaftlichen Strange, der wie eine zusammengewickelte Schnur im Innern der Rädchenpapille liegt.

Sehr verschieden sind die Formen der Stäbchen, die in der Regel in Gesellschaft der Rädchen auftreten. Im Allgemeinen handelt es sich um bogenförmig gekrümmte Stäbchen, im Einzelnen aber ist die Mannigfaltigkeit keine geringe. Entweder — und das ist das häufigste Vorkommen, sind sie (I, 7) von kurzer, gedrungener Gestalt, an den verdickten Enden mit Rauhigkeiten, Dörnchen oder kurzen Gabelfortsätzen ausgestattet, zeigen dann auch manchmal in ihrer Mitte eine leichte Anschwellung, z. B. bei *Chiridota rotifera* (Pourt.), *Ch. pisanii* Ludw., — oder sie endigen zugespitzt und sind dann in der Art Sförmig gebogen, dass die beiden Haken der S-Figur bald in derselben Ebene, bald in zwei rechtwinklig zu einander stehenden Ebenen liegen, z. B. bei *Chiridota contorta* Ludw. (I, 6), *Ch. japonica* v. Marenz., *Ch. australiana* Stimps. Bei einzelnen Chiridoten kommen auch einfachere, biscuitförmige Stäbchen vor, z. B. bei *Ch. panaensis* Semp., während schnallenförmige Plättchen nur allein von *Ch. eximia* Haacke erwähnt werden. — Selten ereignet es sich, dass bei Chiridoten entweder nur Rädchen oder nur Stäbchen die Kalkkörper der Haut repräsentiren; nur Rädchen scheinen bei *Ch. laevis* (Fabr.), nur Stäbchen bei *Ch. japonica* v. Marenz. und *Ch. studeri* Théel vorzukommen.

Entwicklung der Anker, Ankerplatten und Rädchen. Im Anschluss an die Betrachtung der Formen, welche die fertigen Kalkkörper bei den Synaptiden darbieten, verdienen auch deren Entwicklungszustände eine kurze Betrachtung. Was zunächst die Entstehung der Anker und Ankerplatten anbetrifft, so hat schon Quatrefages (210) einige spätere Bildungsstadien derselben von *Synapta inhaerens* abgebildet. Später hob dann Ayres (7) zuerst hervor, dass die Anker der von ihm darauf untersuchten Art in ihrer Entstehung den Ankerplatten vorausgehen, eine Angabe, die von Woodward und Barrett (286) und Baur (10) für *Synapta digitata* (Mont.) und neuerdings wieder von Semon (235) für *S. inhaerens* (O. F. Müll.) bestätigt wurde; bei tropischen Arten (*S. serpentina* Müll., *S. grisea* Semp., *S. kefersteinii* Sel.) fand ich dasselbe. Dagegen kommt auch die umgekehrte Reihenfolge in der Entstehung beider Kalkgebilde vor, wie unlängst Sluiter (242) bei seiner *S. psara* zeigte. Wie des Näheren schon Woodward und Barrett und Baur beobachteten, entsteht von dem Anker (II, 1—9) zuerst der Schaft, der dann durch Anlage der beiden Ankerarme Tförmig wird und am anderen Ende sich zur Handhabe verdickt. Die

Ankerplatte beginnt in Gestalt eines kleinen Stäbchens (II, 6—9), welches quer zur stabförmigen Ankeranlage gerichtet ist, sich nachher an seinen Enden gabelt, dadurch X förmig wird und dann durch weitere Vergabelungen und Vereinigung der einander entgegenwachsenden Gabelenden die Ankerplatte liefert. Auch diese Verhältnisse fand ich bei den obengenannten drei tropischen Arten bestätigt. Bei *S. grisea* insbesondere sehe ich deutlich, das sich von den sieben grossen Löchern der Ankerplatte das centrale zuerst schliesst, indem das als erster Anfang der ganzen Platte auftretende Querstäbchen zum hinteren (d. h. bügelwärts liegenden) Rande des anfänglich abgerundet hexagonalen mittleren Loches wird. Im Umkreise dieses Loches entstehen dann die 6 peripherischen, von denen das hinterste, also das dicht hinter dem primären Querstäbchen gelegene wieder den 5 übrigen vorausgeht (wie auch Semon von *S. inhaerens* angibt) und sich dabei zum Bügelloch und zur durchlöcherten Handhabe weiterentwickelt. — Ueber die Entwicklung der Rädchen gaben Woodward und Barrett (286) die erste Notiz; sie fanden, dass die *Myriotrochus*-Rädchen anfänglich die Gestalt eines Sternes haben, welcher der Nabe und den Speichen des späteren fertigen Rädchens entspricht, dem aber der Radkranz noch fehlt. M. Sars (222) und Semper (238) machten die gleiche Beobachtung an den *Chiridota*-Rädchen, Metschnikoff (169) an den Rädchen der *Auricularia*-Larve, Théel (262) an *Trochoderma.* Ferner bestätigten Duncan und Sladen (56) die Angaben von Woodward und Barrett an *Myriotrochus*, während ich (153) und Semon (235) an *Chiridota*-Arten die Sars'schen und Semper'schen Beobachtungen weiterführten. Daraus ergibt sich als Regel, dass alle rädchenförmigen Synaptiden-Kalkkörper mit ihrem centralen Theile, der Nabe, zuerst angelegt werden (II, 10—16); die Nabe tritt als ein kleiner Stern auf, dessen Strahlen bis zur Länge der späteren Speichen auswachsen und dann sich an ihrem freien Ende gabeln; die kurzen Gabelzweige legen sich zur Bildung des Radkranzes aneinander oder verschmelzen zum gleichen Zwecke an ihren Berührungsflächen vollständig miteinander. Eine nachträgliche Vermehrung der Speichen scheint nicht vorzukommen.

2. **Molpadiidae.** Im Ganzen zeigen die Kalkkörper dieser Familie wenig Uebereinstimmendes unter einander. Das Vorkommen von Ankern in der Gattung *Ankyroderma* verknüpft zwar die Kalkkörper der Molpadiiden mit denen der Gattung *Synapta*, während im Uebrigen eine grössere Annäherung an die Kalkkörper der Dendrochiroten unverkennbar ist. Ganz eigenartig aber sind die bei einigen Gattungen der Molpadiiden vorkommenden, gefärbten, massiven Kalkgebilde.

Anker finden sich, wie gesagt, nur bei der Gattung *Ankyroderma* (II, 16). Jeder Anker liegt hier in einer kleinen Erhebung der Haut und ist nicht wie bei *Synapta* auf einer einzigen Ankerplatte, sondern auf dem Mittelpunkte einer sternförmigen Gruppe von in der Regel fünf, seltener sechs oder sieben Stäben eingefügt, welche an dem Ende, mit dem sie unter dem Anker zusammenstossen und sich theilweise überlagern, löffel-

oder spatelförmig verbreitert und hier auch gitterförmig durchlöchert sind. Die Anker selbst unterscheiden sich insofern von denen der Synaptiden als ihr der Handhabe jener entsprechender Basaltheil meistens ein durchlöchertes Scheibchen darstellt. Auf dem von den Stäben gebildeten Stern ist der Anker so befestigt, dass er nach allen Seiten frei bewegt werden kann.

An die Kalkkörper mancher Dendrochiroten (s. unten) erinnern die bestachelten Gitterplättchen, wie sie bei *Molpadia-* (I, 10) und *Caudina*-Arten, die Gitterschalen, wie sie bei anderen *Caudina*-Arten (I, 11) und die in der Mitte durchlöcherten, spindelförmigen Stäbe, wie sie bei *Trochostoma violaceum* Stud. und *Ankyroderma danielsseni* Théel vorkommen, sowie endlich auch die oft mit einem stachelförmigen Aufsatz ausgestatteten Gitterplättchen, welche sich in der Haut von *Trochostoma* und *Ankyroderma* (I, 17 u. 18) finden. Viel unansehnlicher sind die winzigen, nierenförmigen oder wie krause Stäbchen aussehenden Kalkkörper der Gattung *Haplodactyla* (I, 12).

Die oben erwähnten gefärbten Kalkkörper der Gattungen *Trochostoma* und *Ankyroderma* haben gewöhnlich eine rundliche oder längliche Form, entbehren jeglicher Durchlöcherung, sind concentrisch geschichtet (I, 15) und von weinrother Farbe.

3. **Elasipoda.** Für die 3 Familien dieser Ordnung *(Elpidiidae, Deimatidae* und *Psychropotidae)* lassen sich die Kalkkörper der Haut zusammenfassend behandeln. Die häufigste und zugleich auffälligste Form derselben ist die eines vierarmigen Kreuzes, dessen Arme mehr oder weniger nach unten, d. h. nach der Innenseite der Haut gebogen (concav) sind, während sich auf der Oberseite des Kreuzes ein oder vier oder fünf stachelförmige Fortsätze erheben, die indessen auch ganz fehlen können. Die Arme sowohl wie die stachelförmigen Fortsätze sind nur selten glatt, meistens ihrer ganzen Länge nach oder nur in der Nähe ihrer peripherischen Enden mit Dornen und Dörnchen besetzt (V, 1—5). Am nächsten stehen diesen Gebilden unter den Kalkkörpern der übrigen Holothurien die Formen, welche wir unter den Aspidochiroten bei *Paelopatides aspera* (IV, 29) antreffen werden, und ebenso wie sich dort (s. S. 46) die vierarmigen kreuzförmigen Kalkkörper auf das einfache primäre Kreuz zurückführen lassen, mit welchem der Aufbau der „Stühlchen“ beginnt, so auch hier. Man kann, wie mir scheint mit allem Rechte, die anscheinend so isolirt dastehenden vierarmigen Kalkkörper der Elasipoda als den „Stühlchen“ der Aspidochiroten homologe Gebilde ansehen. Was wir bei jenen Stühlchen als kreuzförmige Jugendform der primären Stühlchenscheibe kennen lernen werden, ist hier bei den Elasipoden dauernd festgehalten. Die Abwärtsbiegung der Kreuzarme kommt ebenfalls den meisten Stühlchen zu, nur die verhältnissmässig bedeutende Länge und die vollständige, peripherische Trennung der Kreuzarme von einander tritt bei den Elasipoden wie bei *Paelopatides* als etwas Besonderes auf. Der Stiel des Aspidochiroten-Stühlchens (s. S. 47) ist ebenfalls in der Regel bei den kreuzförmigen Kalkgebilden der Elasipoden nachweisbar, indem die vier Stachelfortsätze,

welche sich auf der Oberseite der Kreuzarme erheben, ganz so geordnet sind (V, 5 u. 2) wie die vier Stielstäbe eines typischen „Stühlchens“; der Unterschied liegt wie bei den Kreuzarmen nur darin, dass die vier Stachelfortsätze keine Verbindungen unter sich (durch Querspangen) eingehen. Zu den vier auf den Kreuzarmen entspringenden Stachelfortsätzen kann noch ein fünfter sich gesellen, der sich aus dem Mittelpunkte des Kreuzes (z. B. V, 1) erhebt. Es können auch die vier auf den Armen stehenden Stachelfortsätze fehlen und nur der centrale vorhanden sein (z. B. V, 3) oder es fehlt selbst auch dieser (V, 4). — Mitunter kommen statt der vierarmigen dreiarmige Kreuze vor, z. B. bei *Peniagone naresi* Théel und *Achlyonice lactea* Théel, oder fünfarmige, z. B. bei *Laetmogone violacea* Théel, in ganz ähnlicher Weise wie auch bei den Stühlchen der Aspidochiroten (s. S. 47) derartige Zahlenabweichungen auftreten.

An die auf die „Stühlchen“ zurückführbaren kreuzförmigen Kalkkörper der Elasipoden schliessen sich andere an, welche eine einfach stabförmige Grundform haben. Diese Stäbe sind gerade oder gekrümmt, meistens bedornt (V, 6) oder von der C förmigen Gestalt, wie sie uns nachher unter den Aspidochiroten wieder begegnen wird; insbesondere sind es die Gattungen der Elpidiiden *Scotoplanes* und *Peniagone*, bei welchen sich derartige C förmige Stäbe finden, die auch noch durch die Anschwellung an ihrer Längsmitte auf die zum Vergleiche bereits herangezogenen Gebilde der Aspidochiroten hinweisen.

Eine zweite Hauptform der Elasipoden-Kalkkörper ist die rädchenförmige, die wir bis dahin nur bei den Synaptiden angetroffen hatten. Indessen unterscheiden sich die Rädchen der Elpidiiden und Deimatiden (bei der dritten Elasipoden-Familie, den Psychropotiden, fehlen sie) dadurch in einem wichtigen und auffallenden Punkte von den Rädchen der Synaptiden, dass ihre Nabe nicht solid ist, sondern von einer die Mitte derselben einnehmenden Gruppe von Löchern durchbrochen wird (V, 7). Die Zahl dieser mittleren Löcher ist 3, 4 oder 6. Am bemerkenswerthesten ist der Fall mit 4 mittleren Löchern, die, wie die Entwicklung des Rädchens zeigt, ihre Entstehung aus einem vierarmigen Kalkkörperchen (V, 8) nehmen, dessen Arme sich mit ihren peripheren Enden verbinden (V, 9); erst von dem Aussenrande der dann fertig gebildeten Nabe bilden sich Speichen und Radkranz des Rädchens ganz in derselben Weise, wie wir das bei den Rädchen der Synaptiden (s. S. 42) kennen lernten. Es stellen demnach die Rädchen der Elasipoden die Verbindungsbrücke her, welche von den sonst so eigenartig dastehenden Synaptiden-Rädchen hinüberführt zu den auf der Grundlage einer X-förmigen Anlage entstehenden Kalkkörpern, als welche wir bereits die Ankerplatten der Synapten und die vierarmigen Kalkkörper der Elasipoden erkannt haben und als welche wir insbesondere noch die sog. „Stühlchen“ und „Schnallen“ der Aspidochiroten und Dendrochiroten werden kennen lernen. Man kann demnach die Rädchen der Synaptiden als eine phylogenetisch spätere Stufe der Elasipoden-Rädchen ansehen, eine Stufe, die ihre erste X förmige Grundform überspringt.

Ebenso wie die kreuz- und rädchenförmigen Kalkkörper entstehen auch die bei einzelnen Elasipoden vorkommenden grossen, bei *Oneirophanta* bis 3, bei *Deima* bis 7 Mm. messenden Gitterplatten aus einer X förmigen Anlage. Aber auch hinsichtlich der fertig ausgebildeten Gestalt gibt es zwischen diesen grossen Platten und den Rädchen eine Menge von Uebergängen; so kommen z. B. bei *Ilyodaemon maculatus* Théel gleichzeitig mit den echten Rädchen kleinere plättchenförmige vor, oder es bildet sich ein rädchenförmiger Kern durch Umlagerung unregelmässiger Kalkmaschen zu einem Gitterplättchen um, z. B. bei *Pannychia moseleyi* Théel.

4. **Aspidochirotae.** Unter den Kalkkörpern der Aspidochiroten ist die vorherrschende Form diejenige, welche gewöhnlich als „Stühlchen" bezeichnet wird. Wie schon Semper (238) beobachtete, entsteht ein solches „Stühlchen" aus einem kreuzförmigen oder besser gesagt aus einem an seinen Enden gegabelten, kurzen Stabe, dessen Gabeläste sich zu Löchern schliessen, während sich senkrecht darauf vier Stäbe erheben, die sich durch eine oder mehrere Querspangen miteinander verbinden. (Vergl. Holzschnitte 2—6.) Ein fertiges „Stühlchen" besteht aus einer durch-

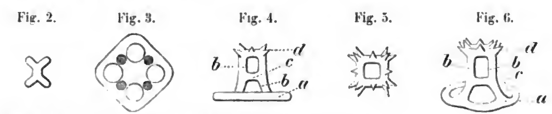


Fig. 2. Kreuzförmige Anlage = Primärkreuz eines Stühlchens

Fig. 3. Primärscheibe eines Stühlchens von oben. Die Stellen, auf welchen sich die Stielstäbe erheben, sind mit schraffirten Kreisen bezeichnet.

Fig. 4. Seitenansicht eines zweistöckigen Stühlchens mit flacher Scheibe; *a* Scheibe, *b b* die Stielstäbe, *c* untere Querspange des Stieles, *d* Krone.

Fig. 5. Ansicht der Stühlchenkrone von oben, mit regulärer Stachelanordnung.

Fig. 6. Seitenansicht eines zweistöckigen Stühlchens mit in die Höhe gezogener, convexer Scheibe. Das Stühlchen ist etwas dem Beschauer zugeneigt, sodass man ein wenig von oben darauf sieht. Die untere Querspange *c* ist hier von dem primären Kreuz gebildet. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 4.

löcherten Platte, der Scheibe, und dem senkrecht darauf sich erhebenden Aufsatze, dem Stiel; das Ganze lässt sich — und daraus erklärt sich die Bezeichnung „Stühlchen" — mit einem umgekehrten, lehnenlosen Stuhle oder Schemel vergleichen, dessen Sitzfläche durch die Scheibe und dessen vier Beine durch den Stiel dargestellt werden; Théel zieht den Vergleich mit einem Tische vor und nennt deshalb die Stühlchen Tischchen (tables). In der Haut liegen die Stühlchen immer so, dass sie mit dem Stiel nach oben, d. h. nach der Hautoberfläche gerichtet sind; an der Scheibe ist deshalb die dem Stiele zugekehrte Seite als die obere, die dem Stiele abgekehrte als die untere zu bezeichnen. Im einfachsten Falle ist die Scheibe nur von vier kreuzweise gestellten Löchern durchbrochen und kann dann als Primärscheibe benannt werden. In dem in Holzschnitt 4

dargestellten Schema ist die obere Seite der Scheibe flach, sodass dass die 4 primären Löcher trennende Kreuz, auf dem sich die Stäbe des Stieles erheben, in der Fläche der Scheibe liegt; in Wirklichkeit kommt diese Anordnung z. B. bei *Stichopus japonicus* Sel. vor. Weitaus öfter jedoch zieht sich bereits das centrale Kreuz in die Höhe und erscheint dann in der Seitenansicht des Stühlchens als ein unterster Stielabschnitt (Holzschnitt 6); die Scheibe ist alsdann auf ihrer oberen Fläche in der Mitte convex und blickt man von unten auf eine derartige Scheibe, so sieht man zunächst nur eine einzige mittlere Oeffnung, deren Rand dem Aussenrande der 4 primären Löcher entspricht; erst in der Tiefe dieser mittleren Oeffnung erkennt man, dass dieselbe durch ein Kreuz in die vier Primärlöcher zerlegt wird, z. B. bei *Holothuria atra* Jäg., *H. vagabunda* Sel., *H. monacaria* Less., *Stichopus moebii* Semp. und vielen anderen. Aus dieser Betrachtung ergibt sich, dass die unterste Querspange, welche man bei der Seitenansicht der Stühlchen sieht, nicht immer dieselbe morphologische Bedeutung hat. Bei flacher Primärscheibe ist die unterste Querspange der Seitenansicht die erste Querverbindung der Stielstäbe, bei convexer Primärscheibe dagegen ist die unterste Querspange der Seitenansicht von dem primären Kreuze gebildet und erst die zunächst darüber gelegene Querspange der Seitenansicht wird durch die erste Querverbindung der Stielstäbe geliefert. In den bisher in der Litteratur vorliegenden Beschreibungen ist auf diesen Unterschied keine Rücksicht genommen, obwohl schon der Umstand darauf führt, dass die von unten betrachteten Stühlchen in der Mitte bald ein einziges Loch, bald ein vierarmiges Kreuz zeigen.

Die **Scheibe** behält nur selten die durch das primäre Kreuz bedingte Anzahl von nur vier Löchern, z. B. bei *Holothuria pardalis* Sel. (IV, 34). Fast stets bilden sich am Rande der Primärscheibe weitere Löcher durch Zuwachs aus, zunächst so, dass vier sekundäre hinzutreten, welche in ihrer Stellung mit den vier Primärlöchern abwechseln, z. B. bei *Holothuria atra* Jäg. und *Stichopus sordidus* Théel (IV, 5). Weiterhin nimmt die Zahl der sekundären Löcher noch mehr zu und es ordnen sich dieselben in einem (z. B. bei *Holothuria vagabunda* Sel., *Stichopus variegatus* Semp. etc.) oder in mehreren (z. B. bei *Stichopus godeffroyi* var. b. Semp. [IV, 23]) Kränzen rings um die vier Primärlöcher. Die Scheibe zeigt ferner darin grosse Verschiedenheiten, dass ihr äusserer Umriss bald glatt, bald abgerundet, bald, z. B. bei *Holothuria pardalis* Sel., mit Dornen besetzt ist. Diese Dornen sind gewöhnlich etwas aufgerichtet, d. h. in der Seitenansicht des Stühlchens streben sie schief nach oben und aussen. — Bleibt das primäre Kreuz, aus welchem sich sonst eine Scheibe entwickelt, fortbestehen, ohne dass seine Arme sich gabeln und zu Löchern schliessen oder so, dass sich die Arme stark verlängern und dann mit den an ihren peripheren Enden auftretenden Verästelungen und Lochbildungen mit den benachbarten Armen nicht mehr zusammenstossen, so entstehen vierarmige Kalkkörper, welche an die der Elasipoden erinnern, z. B. bei *Paelopatides aspera* Théel (IV, 29), *Stichopus*

moseleyi Théel, *St. challengeri* Théel (IV, 20) und *St. natans* (Sars). In ähnlicher Weise können auch mehr als vierarmige Scheiben entstehen, wenn die vier Aeste des primären Kreuzes sich sofort gabeln und dann erst die Gabeläste zu langen Armen auswachsen, z. B. bei *Stichopus moseleyi* Théel (IV, 8).

Der St
auf, von denen der Stühlchen baut sich, wie gesagt, aus vier Stäben
(Holzschnitt 3) erhebt jeder sich auf je einem Arme des primären Kreuzes
gibt es aber auch Ausnahmen von der regelmässigen Vierzahl der Stielstäbe
oder 1 oder aus 5 oder noch in denen der Stiel sich nur aus 3 oder 2
kommen beispielsweise vor bei *Ho*Stäben aufbaut; Stiele aus einem Stab
derselben Art, mit 3 bei *H. murrayi* Théel, *curiosa* Ludw., mit 2 Stäben bei
mit 5 bei *Labidodemas semperianum* Sel. und *…soni* Théel, *H. lactea* Théel,
noch mehr als 5 bei *Holothuria rigida* (Sel.) und *…sordidus* Théel, mit
derartigen Vermehrungen oder Verminderungen der typ… Semp. Bei
Stielstäbe zeigt aber auch entweder 1) schon das primäre Kreuz
Abänderungen; es ist 3- oder 5- oder 6armig — oder 2) es gleicht bei Zahl der
nur 2 Stielstäben, weniger einem Kreuz als einem an den beiden Ende
gegabelten Stab, auf dessen Gabelpunkten sich die Stielstäbe erheben, während sie sonst auf den Kreuzarmen stehen — oder 3) es entspringt, bei nur einem Stielstab, dieser Stab auf dem Mittelpunkt des Kreuzes, z. B. bei *Paelopatides aspera* (IV, 29) — oder endlich 4) die auf 1, 2 oder 3 beschränkte Zahl der Stielstäbe entsteht durch eine Verkümmerung von 3, 2 oder einem der vier anfänglich angelegten Stäbe, z. B. bei *Holothuria curiosa* Ludw. — Die Stielstäbe sind ein- oder mehrmal durch Querspangen miteinander verbunden. Man unterscheidet demnach einstöckige, zweistöckige u. s. w. Stühlchen, wobei zu beachten ist, dass beim Abzählen der Stockwerke gewöhnlich keine Rücksicht auf die oben (S. 46) erörterte, verschiedene morphologische Bedeutung der untersten Querspange genommen wird. Besonders häufig sind die zweistöckigen Stühlchen, z. B. *Holothuria atra* Jäg. (III, 30), *H. impatiens* (Forsk.) (IV, 30), *H. monacaria* Less., *Stichopus variegatus* Semp., *St. chloronotos* Brandt, *St. sordidus* Théel (IV, 4); dreistöckige finden sich z. B. bei *Stichopus japonicus* Sel., vierstöckige bei *Stichopus godeffroyi* var. b Semp., mehrstöckige bei *Holothuria spinifera* Théel (IV, 7), *H. samoana* Ludw. (IV, 28), *H. martensii* Semp. Das freie Ende der Stielstäbe zieht sich nur selten lang aus, wie z. B. bei *Holothuria murrayi* Théel (IV, 2), *H. lactea* Théel, *H. thomsoni* Théel. In der Regel endigen die Stäbe unmittelbar über der obersten Querspange, jedoch so, dass sie hier in mehrere Dornen auslaufen; auch die oberste Querspange selbst kann mit einem oder mehreren Dornen besetzt sein. Dadurch erhält das freie Stielende gewöhnlich das Aussehen einer Stachelkrone und wird deshalb auch als „Krone“ schlechthin bezeichnet. Bei ganz regelmässigem Bau der Krone (s. auch Holzschnitt 5) sind ihre einzelnen Stacheln ganz gesetzmässig vertheilt, z. B. bei *Holothuria africana* Théel (IV, 10) oder *Stichopus sordidus* Théel (IV, 2) oder *Holothuria atra* Jäg., bei irregulärer

Krone sind die Dornen sehr viel zahlreicher und ohne deutliche Gesetzmässigkeit in ihrer Anordnung, z. B. bei *Holothuria ocellata* Jäg., *H. impatiens* (Forsk.) u. a. Die Bedornung muss sich übrigens nicht immer auf die eigentliche Krone beschränken, sondern erstreckt sich in einzelnen Fällen auch auf die Stielstäbe unterhalb der obersten Querspange, z. B. bei *Stichopus regalis* (Cuv.) und *Holothuria samoana* Ludw. (IV, 29). Es kann auch vorkommen, dass die Stielstäbe sich mit ihren Aussenenden einander nähern und schliesslich zu einem einzigen Stachel verschmelzen, der dann an die Stelle der Krone tritt, z. B. bei *Stichopus godeffroyi* var. b Semp., *Holothuria spinifera* Théel (IV, 7), *Stichopus horrens* Sel. u. a.

Auch das ist noch zu bemerken, dass zweierlei an Grösse oder auch an Form verschiedene Stühlchen bei ein und derselben Art vorkommen können, z. B. bei *Stichopus [illegible]* Semp., *St. godeffroyi* var. b Semp., *St. horrens* Sel., *Holothuria spinifera* Théel. Dass der Stiel allerlei Verkürzungen und Verkümmerungen erfahren kann, darauf ist weiter oben schon einmal hingewiesen; einen sehr kurzen nur einstöckigen Stiel findet man bei *Holothuria depressa* Ludw. (IV, 26) und bis zur bloss stachelförmigen [illegible] der Stielstäbe geht die Verkümmerung bei *Holothuria fusco-rubra* Ludw. (III, 31); andere ähnliche Beispiele der Stielverkümmerung bieten *Holothuria erinaceus* Semp., *H. curiosa* Ludw., *Stichopus japonicus* Sel. var. *typicus* Théel. In allen eben erwähnten Fällen zeigt nur der Stiel der Stühlchen eine mangelhafte, dagegen die Scheibe eine gute Ausbildung. Aber auch das entgegengesetzte Verhalten ist nicht ganz selten; dann erhalten wir Stühlchen, die fast nur aus dem Stiele bestehen, dessen Stäbe statt einer eigentlichen Scheibe aufzusitzen an ihrem unteren Ende mehr oder weniger bogenförmig verbunden sind, z. B. bei *Holothuria imitans* Ludw. (IV, 27), *H. gräffei* Semp., *H. signata* Ludw., *H. flavo-maculata* Semp., *H. languens* Sel.; die bogenförmige Verbindung des Unterendes der Stielstäbe wird in diesen Fällen von dem primären Kreuz geliefert.

Endlich können die stühlchenförmigen Kalkkörper auch ganz in Wegfall kommen und nur Kalkkörper der nachher zu erwähnenden Formen vorhanden sein, z. B. bei *Holothuria lubrica* Sel. Umgekehrt kommen ausschliesslich Stühlchen vor bei *Holothuria catanensis* Grube, *H. languens* Sel., *H. pertinax* Ludw., *H. imitans* Ludw., *H. intestinalis* Asc. und Rathke u. a.

Die zweite Hauptform der Aspidochiroten-Kalkkörper ist die schnallenförmige. Die „Schnalle“ stellt eine längliche, mehr oder weniger elliptische Platte dar, die von symmetrisch in zwei Längsreihen angeordneten Löchern durchbrochen ist; meistens wird jede dieser Längsreihen aus drei Löchern gebildet, z. B. bei *Holothuria impatiens* (Forsk.) (IV, 32), seltener nur aus einem, z. B. bei *Holothuria signata* Ludw. (IV, 22), *H. curiosa* Ludw., *H. fusco-cinerea* Jäg., oder aus zwei, z. B. bei *Labidodemas dubiosum* Ludw., oder aus mehr als drei Löchern, z. B. bei *Holothuria samoana* Ludw., *H. fusco-punctata* Jäg., *H. minax* Théel. Mitunter treten auch Schnallen auf, welche vier kreuzweise gestellte Löcher aufweisen, nämlich zwei

grössere und zwei damit abwechselnde kleinere, z. B. bei *Holothuria signata* Ludw. (IV, 21). Auf ihrer Oberfläche sind die Schnallen entweder glatt, z. B. bei *Holothuria impatiens* (Forsk.) und vielen anderen, oder mit knotigen Verdickungen besetzt, z. B. bei *H. scabra* Jäg., *H. albiventer* Semp., *H. ocellata* Jäg., *H. spinifera* Théel (IV, 6), oder mit kleinen, sehr feinen Rauhigkeiten ausgestattet, z. B. bei *Holothuria olivacea* Ludw. und *Mülleria excellens* Ludw. Die bis jetzt betrachteten Schnallen können wir als reguläre bezeichnen. Daneben kommen aber auch mannigfache irreguläre vor, die sich zum Theil als Um- und Weiterbildungen, zum anderen Theil als Rückbildungen der regulären ansehen lassen. Hierher gehören z. B. die unsymmetrischen Schnallen der *Holothuria fusco-rubra* Théel und *H. marenzelleri* Ludw. (IV, 12), bei letzterer Art auch noch dadurch ausgezeichnet, dass sie statt einer glatten, gerundeten Umrandung einen zackigen, dornigen Rand besitzen. Zu einem fast kreisrunden und dabei unsymmetrisch durchlöcherten sind die Schnallen ausgedehnt bei *Holothuria africana* Théel (IV, 11); nur Plättchen einseitig ausgebildete Schnallen kommen vor bei *Holothuria fusco-rubra* Théel und *H. pardalis* Sel. (IV, 35), um die eigene Längsaxe gedrehte bei *Holothuria pardalis* Sel.; bis auf einen mit seitlichen Knötchen symmetrisch besetzten Stab sind sie reducirt bei *Holothuria depressa* Ludw. (IV, 25). An die zuletzt erwähnte Form lassen sich dann ferner die abgerundet-spindelförmigen und mit zahlreichen, unregelmässig vertheilten Knoten besetzten „Keulen" anreihen, die in der Haut der *Holothuria flavo-maculata* Semp. (IV, 36) vorkommen, sowie die bedornten oder glatten Stäbe wie sie für andere Arten, z. B. *Holothuria pulchella* Sel., *H. pervicax* Sel., *H. lubrica* Sel., *H. imitans* Ludw., *Mülleria agassizii* Sel. charakteristisch sind.

Die kleinen biscuitförmigen oder kraus verästelten Kalkkörperchen, welche wir bei einzelnen Synaptiden und Molpadiiden antrafen, fehlen auch den Aspidochiroten nicht; so besitzt beispielsweise *Holothuria marmorata* (Jäg.) biscuitförmige, *Mülleria lecanora* Jäg. kraus verästelte Körperchen. Die letzteren werden wohl auch als „Rosetten" bezeichnet, namentlich dann, wenn ihnen deutlich ein dichotomisch verästeltes Stäbchen zu Grunde liegt, dessen Endäste sich einrollen, z. B. bei *Stichopus variegatus* Semp. (IV, 15), *St. chloronotos* Brandt (IV, 19), *Holothuria atra* Jäg. u. a. An den Rosetten können sich die Aeste auch wieder miteinander verbinden und so Löcher umranden (IV, 19). Ferner führen von den Rosetten Uebergänge zu vierarmigen (Xförmigen), dreiarmigen, Sförmigen und Cförmigen Stäbchen, welche vorzugsweise der Gattung *Stichopus* angehören, z. B. *Stichopus chloronotos* Brandt (IV, 16—18) oder *St. variegatus* Semp. (IV, 13). Alle diese Stäbchen zeichnen sich durch zugespitzte, gebogene Enden aus und lassen in der Mitte ihrer Länge in der Regel eine leichte Anschwellung erkennen. Es können auch verschieden grosse Sorten dieser Cförmigen Stäbe bei derselben *Stichopus*-Art vorkommen, z. B. bei *Stichopus variegatus* Semp., während es andererseits *Stichopus*-Arten gibt, denen die Cförmigen Körper überhaupt fehlen, z. B. *St. challengeri* Théel, *St. sordidus* Théel u. a.

In Betreff der **Anordnung** der besprochenen Kalkkörper in der Haut der Aspidochiroten hat sich als Regel herausgestellt, dass von den beiden als Stühlchen und Schnallen bezeichneten Hauptformen, die Stühlchen die oberflächlichste Lage der Lederhaut einnehmen, während die Schnallen weiter nach innen ihre Stelle finden; ebenso wie die Schnallen verhalten sich in dieser Hinsicht auch die vorhin erwähnten biscuitförmigen, verästelten, keulen-, stab- und Cförmigen Körperchen, welche desshalb Semper (238) mitsammt den Schnallen unter der Bezeichnung „Bindekörper" den oberflächlich gelegenen Stühlchen gegenüberstellte.

5. **Dendrochirotae.** Die ungemein mannigfaltigen Kalkkörper in der Haut der Dendrochiroten lassen sich unter einen einheitlichen Gesichtspunkt bringen, wenn wir auch bei ihnen von einer **kreuzförmigen** (Xförmigen) **Grundform** (Holzschnitt 8) ausgehen, wie sie uns thatsächlich bereits bei einer Reihe von Arten besonders durch Semper (238), Théel (267), Lampert (135) und mich (161 a) als Entwicklungsform der Kalkkörper bekannt geworden ist. Im ausgebildeten Zustande aber zeigen die Dendrochiroten-Kalkkörper nur noch selten die kreuz- oder Xförmige Gestalt, z. B. bei *Cucumaria crucifera* Semp. (III, 2) und *C. abyssorum* Théel (II, 27); bei *C. crucifera* sind die vier Kreuzarme kurz und gegabelt, ausserdem der ganze Kalkkörper mit Stacheln besetzt; bei *C. abyssorum* dagegen sind die Arme langgestreckt und an den Enden entweder nur kurz gegabelt oder es haben sich die Gabeläste zur Umgrenzung eines Loches miteinander verbunden. Die fertige Gestalt dieser kreuzförmigen Körper deutet, wie aus den Abbildungen (III, 2 u. II, 27) hervorgeht, darauf hin, dass das Kreuz selbst durch eine Vergabelung an den Enden eines kurzen Stabes entstanden ist (Holzschnitt 7, 8) und so verhält sich denn auch die Sache in Wirklichkeit, wie die Jugendstadien der Kalkkörper der *Cucumaria crucifera* (III, 29) zeigen. Unterbleibt diese Vergabelung der stabförmigen Anlage, so entstehen einfache Stäbchen, **Spicula** genannt, wie sie sich, allerdings noch mit Dornen besetzt, bei *Cucumaria nigricans* Brandt, oder in gedrungener Form bei *Phyllophorus frauenfeldi* Ludw. vorfinden. Findet dagegen die Vergabelung der stabförmigen Anlage statt

Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Fig. 7. Stäbchenförmige Anlage eines Gitterplättchens.

Fig. 8. Durch eine Gabelung an beiden Enden des Stäbchens ist ein Xförmiges Körperchen entstanden.

Fig. 9. Vierlöcheriges Gitterplättchen. Die Stellen, auf welchen sich bei der Weiterbildung des Plättchens zu einem Stühlchen die Stielstäbe des Stühlchens erheben, sind mit schraffirten Kreisen bezeichnet. Bei vierstäbigem Stiele entstehen die Stäbe über den 4 senkrecht schraffirten Kreisen, bei zweistäbigem Stiele über den 2 querschraffirten.

Fig. 10. Schema über die fortschreitende Vergabelung des primären Stäbchens. Die Ziffern bedeuten die Reihenfolge der Vergabelungen. *a*, *a*, *a*, *a* die Verwachsungsstellen der aufeinandertreffenden und die vier primären Löcher zum Verschluss bringenden Gabeläste. *b*, *b* zwei von den auch an der linken Seite der Figur punktirt eingetragenen Aesten der dritten Vergabelung, welche in der Regel unentwickelt bleiben, falls ein nur vierlöcheriges Plättchen gebildet wird.

so können sich die beiden Gabeläste eines jeden Stabendes zu einem Loche schliessen und dadurch dem ganzen Kalkkörper ein brillenförmiges Aussehen geben, wie es bei *Cucumaria frauenfeldi* Ludw. und *Phyllophorus perspicillum* Sel. der Fall ist. Viel häufiger aber gabeln sich die vier primären Gabeläste, also mit anderen Worten die vier Arme des Xförmig gewordenen ursprünglich stabförmigen Kalkkörpers nochmals und zwar in derselben Ebene, in welcher die erste Vergabelung stattfand; wachsen alsdann die acht secundären Gabeläste nach nochmaliger (dritter) Vergabelung aufeinander zu und verbinden sich miteinander, so haben wir eine längliche Platte mit vier kreuzweise gestellten Löchern vor uns (vergl. Holzschnitt 9 u. 10). Derartige Gitterplättchen sind bei den Dendrochiroten ein sehr häufiges Vorkommniss; dabei kann sich das Plättchen bald mehr in die Länge ziehen, bald sich im Verhältniss zur Breite so stark verkürzen, dass es fast rund wird. Die Plättchen erinnern an die „Schnallen" der Aspidochiroten und werden desshalb oft auch mit demselben Namen bezeichnet; am meisten entsprechen ihnen die bei den Aspidochiroten allerdings nur selten vorkommenden Schnallen mit vier kreuzweise angeordneten Löchern (siehe oben S. 48). Im Einzelnen erfahren die Plättchen eine grosse Menge von Abänderungen, von denen die hauptsächlichsten hier erwähnt sein mögen. Entweder sind sie auf ihren beiden Oberflächen glatt oder es treten warzenförmige Verdickungen, sog. Knoten (III, 20) oder dornenförmige Erhebungen (III, 4) auf einer oder auf beiden Oberflächen auf; ist nur eine der beiden Oberflächen mit derartigen Auswüchsen besetzt, so ist es stets diejenige, welche der Aussenwelt zugekehrt ist. Aber nicht nur die Flächen, sondern auch der Aussenrand der Plättchen kann mit Knoten oder Dornen besetzt sein. Ferner können die erwähnten Auswüchse mit ihren Enden einander entgegenwachsen und auf diese Weise brücken- oder henkelförmige Aufsätze auf dem Plättchen bilden; selten geschieht das auf beiden Oberflächen des Plättchens, z. B. bei *Thyone similis* Ludw. (III, 23), häufiger nur auf der oberen, d. h. der Aussenwelt zugekehrten, die auch in jenem Beispiel von *Thyone similis* oft eine Bevorzugung durch das Hinzutreten von Dornen an dem Henkel erkennen lässt (III, 24).

Eine weitere Reihe von Kalkgebilden kommt dadurch zu Stande, dass das anfangs vierlöcherige Plättchen an seiner Peripherie weiterwächst (siehe Holzschnitt 10) und zwar wiederum durch Gabeläste und nachträgliche Verbindung derselben — so wird aus dem Plättchen schliesslich eine von zahlreichen Löchern durchbrochene Platte, an der sich aber nicht selten die vier primären Löcher noch an ihrer bedeutenderen Grösse erkennen lassen. Diese grösseren Gitterplatten können dann wieder alle die Abänderungen durch knotige und stachelige Auswüchse zeigen, die wir vorhin an den vierlöcherigen Platten auftreten sahen, und erhalten gewöhnlich im Ganzen einen länglichen oder rundlichen Umriss (III, 1, 6, 19, 28). Sind derartige grosse Gitterplatten nur an einem Ende (III, 3, 19, 28) bestachelt, so ist dieses Ende immer nach aussen gerichtet. — Mitunter vergrössert sich das anfänglich vierlöcherige Plättchen nicht an seiner

ganzen Umrandung, sondern nur an vier gleichweit voneinander entfernten Stellen des Randes, die dann zu vier langen Armen auswachsen können, z. B. bei *Echinocucumis adversaria* Semp. (III, 13 u. 14). — Bei noch weiter fortschreitender Grössenzunahme der viellöcherigen Gitterplatten verdicken sich dieselben nicht selten auch in der Weise, dass die ursprüngliche Oberfläche von secundären Kalkmaschen überwachsen wird, bis schliesslich das Ganze eine mehr oder weniger kuglige Gestalt bekommt (III, 27), die bei oberflächlicher Bedornung und länglichem Umriss entfernt an Tannenzapfen erinnert, z. B. bei *Cucumaria syracusana* (Grube) und *C. grubii* v. Marenz. Die vergrösserten, viellöcherigen Gitterplatten wachsen besonders bei den Gattungen *Psolus* und *Ocnus* und bei einzelnen *Cucumaria*-Arten bis zu einem Durchmesser von 1—5 mm, so dass sie schon dem blossen Auge als kräftige Kalkschuppen entgegentreten.

Wenn sich auf der Mitte einer dann gewöhnlich mit mehr als vier Löchern ausgestatteten Platte zwei oder drei oder vier Stäbe rechtwinkelig zur Platte erheben und durch Querspangen wieder miteinander verbinden, so haben wir ähnliche Gebilde vor uns, wie wir sie bei den Aspidochiroten unter dem Namen „Stühlchen" kennen lernten. Der von den Stäben gebildete Aufsatz (Stiel des Stühlchens) ist an seinem oberen Ende in der Regel mit einer Anzahl kleiner Spitzen oder Dornen besetzt (III, 9, 15, 17). Mitunter ereignet es sich, dass der 1—4stäbige Aufsatz das Uebergewicht über das Plättchen bekommt, indem er sich im Vergleich zur Breite des Plättchens stark streckt; dann erscheint das Plättchen nur noch als das durchlöcherte untere Ende eines senkrecht zur Hautoberfläche gestellten einfachen bis vierfachen Stabes, der am oberen Ende wieder ein- oder mehrfach bestachelt ist, z. B. bei *Pseudocucumis acicula* (Semp.), *Phyllophorus incompertus* Théel und *Phyllophorus schmeltzii* (Ludw.) (III, 8).

Sowohl bei den kleinen vierlöcherigen als auch bei den grösseren viellöcherigen Gitterplatten kann auch eine Reduction in der Zahl und in der anfänglichen Grösse der Löcher eintreten. So kommen bei *Colochirus violaceus* Théel Plättchen mit nur 3 (II, 24) oder 2 Löchern vor, und unter den viellöcherigen Platten sind es besonders die aus der Bauchwand des *Psolus disciformis* Théel, bei welchen die Löcher immer kleiner werden um schliesslich theilweise oder sämmtlich zu verschwinden (II, 25).

Bei allen bis jetzt betrachteten Gitterplättchen der Dendrochiroten behalten dieselben in der Hauptsache die Form einer flach ausgebreiteten Scheibe. Eine andere Reihe von Kalkkörpern aber, die wir bis jetzt unerwähnt gelassen, kommt dadurch zu Stande, dass das Gitterplättchen oder besser gesagt schon das dem vierlöcherigen Plättchen vorausgehende Xförmige Körperchen (= Primärkreuz) sich zur Form eines mit der Concavität nach oben gekehrten Napfes (Körbchens, Halbkugel) wölbt. Der Rand des Napfes ist gewöhnlich mit Dornen oder knotenförmigen Auswüchsen verziert (III, 25); ferner können knotenförmige Verdickungen an der convexen Unterseite des Gitternapfes auftreten. Auch mit mehr als vier Löchern ausgestattete Gitterplättchen wölben sich nicht selten zu

Näpfen (II, 23) oder schliessen sich sogar durch Ueberwachsung der Oeffnung des Napfes zu Gitterkugeln (II, 26) oder sog. durchbrochenen Eierchen (III, 12). Insbesondere sind es die Gattungen *Colochirus* und *Psolus*, aber auch *Cucumaria*, *Thyone* und *Actinocucumis*, bei denen die Gitternäpfe und Gitterkugeln vorkommen.

Schliesslich wäre noch zu erwähnen, dass sich auch ganz unregelmässig verästelte Stäbchen und Plättchen, sog. Rosetten, bei einzelnen Dendrochiroten einstellen, z. B. bei *Ocnus imbricatus* Semp. (III, 16).

Bei manchen Dendrochiroten sind die Kalkkörper der Haut überhaupt nicht zur Ausbildung gelangt oder die in der Jugend vorhandenen schwinden im Alter oder endlich es sind die Kalkkörper nur sehr spärlich oder nur in bestimmten Bezirken der Haut vorhanden. So scheinen sie ganz zu fehlen bei *Cucumaria perspicua* Ludw., *Thyone briareus* (Lesueur), *Th. venusta* Sel., *Th. meridionalis* Bell, *Th. ovulum* Sel., *Th. okeni* Bell, *Phyllophorus drummondi* (Thomps.), *Ph. molle* (Sel.), *Orcula barthii* Trosch.; nur im Bereich des Biviums finden sie sich bei *Cucumaria nigricans* Brandt; man vermisst sie in älteren Individuen von *Cucumaria laevigata* (Verrill), *C. frondosa* (Gunn.), *C. crocea* (Less.).

In Betreff der Anordnung der Kalkkörper in der Haut ist schon mehrfach auch bei dieser Familie erwähnt worden, dass sie mit ihren Spitzen und Dornen in der Regel der Aussenwelt zugekehrt sind. Es ist hier ferner noch hervorzuheben, dass in den allermeisten Fällen die Kalkkörper in der oberen Zone der Lederhaut in mehrere Schichten übereinander geordnet sind und dann gewöhnlich die der einen Schicht von denen der anderen verschieden sind, meistens in der Weise, dass in der oberflächlicheren Schicht die kleineren, durch Reichthum an Spitzen und Dornen ausgezeichneten, in der oder den tieferen Schichten die grösseren, mehr abgerundeten ihre Stelle finden. Bald liegen nur zweierlei Kalkkörper übereinander, z. B. bei *Colochirus*-Arten aussen bedornte Gitternäpfe, innen knotige Schnallen, oder dreierlei, z. B. bei *Ocnus typicus* Théel aussen Rosetten, innen knotige Schnallen, zu innerst grosse Schuppen. Nur ausnahmsweise ist nur eine einzige Sorte und in einschichtiger Lagerung vorhanden, z. B. bei *Phyllophorus schmeltzii* (Ludw.). — Bemerkenswerth ist bei den Dendrochiroten auch noch der Umstand, dass der an die Fühler angrenzende Theil der Körperwand, welcher gewöhnlich verdünnt ist und beim Zurückziehen des Schlundkopfes eingestülpt wird, sich durch eine geringere Entwicklung der Kalkkörper auszeichnet.

In der vorstehenden Besprechung der in der eigentlichen Haut auftretenden Kalkkörper sind die grösseren, platten- oder zahnförmigen Kalkgebilde unerwähnt geblieben, welche entweder in der Umgebung des Mundes als sog. Mundplatten, oder an der Kloakenöffnung als sog. Afterzähne bei manchen Aspido- und Dendrochiroten zur Ausbildung gelangt sind. Wir werden auf dieselben in dem Abschnitte zurückkommen, welcher die Verdauungsorgane behandelt.

B. Kalkkörper der Ambulacralanhänge.

Da die Ambulacralanhänge, worunter wir die Fühler, Füsschen und Ambulacralpapillen verstehen, in ihrer äusseren Wandung von einer unmittelbaren Fortsetzung der Haut gebildet sind, so kann es nicht überraschen, hier Kalkkörpern zu begegnen, welche zu denen der übrigen Haut in der engsten Beziehung stehen. Bei zahlreichen Arten lässt sich an der Basis der Ambulacralanhänge mit Leichtigkeit erkennen, wie die Kalkkörper der Haut durch eine allmähliche Abänderung ihrer Form zu denen der Ambulacralanhänge überleiten. Im Allgemeinen haben die letzteren eine gestreckte, mehr oder weniger stabförmige Gestalt und werden deshalb und weil sie die im übrigen weiche Wand der Ambulacralanhänge stützen als Stützstäbe oder, wenn man von ihrer Form zunächst absieht, als Stützkörper bezeichnet. Von den Stützkörpern unterscheidet man die Gitterplatten, welche sich in der endständigen Saugscheibe der Füsschen und in verkümmerter Gestalt auch in der Spitze der Ambulacralpapillen befinden; sie führen den Namen Endscheibchen. Von der Menge und Grösse der Stützstäbe hängt es hauptsächlich ab, ob die Ambulacralanhänge ganz oder nur theilweise zurückgezogen werden können. Im Einzelnen werden die nachstehenden Angaben zu einer Uebersicht über Form und Vorkommen der in den Füsschen und Ambulacralpapillen vorkommenden Stützkörper und Endscheibchen genügen. Die Stützkörper der Fühler sind dabei nicht besonders berücksichtigt, weil sie denjenigen der Füsschen und Ambulacralpapillen ausserordentlich ähnlich sind.

1. **Elasipoda.** Die Stützkörper haben durchgängig eine stabförmige Gestalt (IV, 38—42) und verbinden sich durch Uebergangsformen (IV, 43—44) mit den in der eigentlichen Körperwand vorkommenden Kalkkörpern. In den einfachsten Fällen sind es gerade oder gekrümmte, glatte Stäbe (IV, 38, 39), häufiger aber sind sie mit Dornen besetzt (IV, 41, 42) oder auch verästelt (IV, 43); seltener sind die Stäbe an den Enden verbreitert und hier auch durchlöchert (IV, 40); mitunter findet die Durchlöcherung in der Mitte des Stabes statt an den Enden statt. Fast immer liegen die Stützstäbe quer zur Längsaxe des Ambulacralanhanges, sodass sie dessen Biegungen und Contractionen nur wenig behindern; nur in den dorsalen Ambulacralanhängen von *Oneirophanta mutabilis* Théel sind sie der Länge nach angeordnet. — Endscheibchen kommen bei den Elasipoden nur in den ventralen Ambulacralanhängen der drei zu den Deimatiden gehörigen Gattungen *Laetmogone, Ilyodaemon* und *Pannychia* vor, entweder als einfaches rundes Gitterplättchen (bei *Laetmogone violacea* Théel und *Ilyodaemon maculatus* Théel) oder als eine Gruppe kleinerer nebeneinanderliegender Gitterplättchen (bei *Laetmogone wyville-thomsoni* Théel, bei der aber auch einfache Endscheibchen vorhanden sind) oder es ist ein einfaches Gitterplättchen von kleineren Gitterplättchen überlagert (bei *Pannychia moseleyi* Théel).

2. **Aspidochirotae.** Auch bei den Aspidochiroten treten die Stützkörper zunächst in Gestalt gebogener und quer zur Längsaxe der Ambulacralanhänge gelagerter Stäbe auf, die bald ganz glatt und solide sind, bald dornige Auswüchse tragen, bald sich an den Enden oder in der Mitte verbreitern und an diesen verbreiterten Stellen von Löchern durchbrochen werden, z. B. bei *Holothuria impatiens* (Forsk.) (IV, 33) und *Stichopus variegatus* Semp. (IV, 14). Mehr Uebereinstimmung mit den schnallenförmigen Kalkkörpern der Haut zeigen sie dann, wenn sie als längliche Gitterplatten mit symmetrischer Anordnung der Löcher entwickelt sind, z. B. bei *Stichopus japonicus* Sel. (IV, 24) und werden dann wohl auch, obwohl sie mit den Stützstäben durch Uebergänge eng zusammengehören, als Stützplatten von jenen unterschieden. Kommen, was nicht selten ist, Stützstäbe und Stützplatten bei derselben Art vor, so sind sie in der Regel so vertheilt, dass jene sich in den Ambulacralanhängen des Rückens, diese aber in denen des Bauches sich finden, so z. B. bei *Holothuria monacaria* Less. und *Stichopus japonicus* Théel u. a. — Die Endscheibchen sind in der Regel aus einem Stück bestehende rundliche Gitterplatten, nicht selten aber, z. B. bei *Stichopus variegatus* Semp., sind sie mehrtheilig und bestehen dann aus einer grösseren Anzahl kleinerer Gitterplättchen, die sich zu einer kreisförmigen Gruppe nebeneinander lagern.

3. **Dendrochirotae.** Bei den Dendrochiroten wiederholen sich im Ganzen dieselben Verhältnisse der Stützkörper (III, 5) wie bei den Elasipoden und Aspidochiroten. Doch kommt es bei ihnen häufiger vor, dass die Krümmung der Stützkörper so stark ist, dass sie wie geknickt (III, 22) aussehen; am Aussenwinkel der Knickung bildet sich dann oft ein bestachelter Fortsatz aus, z. B. bei *Cucumaria dubiosa* Semp. (III, 18). Ebenso wie die Schnallen sind auch die Stützkörper sehr oft mit knotigen Verdickungen besetzt. Auch in dem Auftreten und der Stellung der Durchlöcherungen zeigen die Stützkörper meistens sehr enge Beziehungen zu den schnallenförmigen Kalkkörpern der Körperwand und können sich wie diese durch Entwicklung eines nach aussen gerichteten Aufsatzes zu stühlchenähnlichen Formen umgestalten, z. B. bei *Cucumaria longipeda* Semp. (III, 26), *Actinocucumis typica* Ludw. (III, 10), *Thyone similis* Ludw. (III, 21 u. 22). — Was die Endscheibchen anbelangt, so scheinen sie bei den Dendrochiroten immer nur als einfache rundliche Gitterplatten (III, 29) aufzutreten, wenigstens finde ich von keiner Art eine mehrtheilige Zusammensetzung des Endscheibchens erwähnt.

C. Grundform der Kalkkörper.

Bei der grossen Mannigfaltigkeit der Kalkkörper, welche wir in den beiden vorhergehenden Abschnitten aus der Haut und den Ambulacralanhängen kennen gelernt haben, lag die Frage nahe, ob all' diesen verschiedenen Gestalten eine einzige oder doch nur einige wenige Grund-

formen als Ausgangspunkt gedient haben? Semper (238) glaubte die Frage dahin beantworten zu können, dass „abgesehen von den Rädchen der Chiridoten, den massiven Stäben und Cförmigen Haken einiger echten Holothurien und etwa den Ankern der Synaptiden, alle Kalkkörper der Haut sich auf die Gestalt eines „vierarmigen, allmählich durch Bogen die vier ersten Löcher abschliessenden Kreuzes zurückführen lassen". In ähnlicher Weise meint Lampert (134), dass alle Kalkkörper sich „auf wenige, vielleicht blos zwei Grundformen" zurückführen lassen, führt diesen Gedanken aber nicht weiter aus und bezeichnet auch die „Grundformen" nicht des Näheren. Mir scheint aber, dass man jetzt weiter gehen kann als die beiden genannten Forscher und alle Kalkkörper (mit einer einzigen Ausnahme) von einer und derselben Grundform ableiten kann, nämlich von einem an seinen Enden zur dichotomischen Verzweigung neigenden Stabe. Um das näher zu erörtern, möchte ich zunächst einen Augenblick auf die von Semper als Ausnahmen hingestellten Formen zurückkommen. Es sind: 1) die Rädchen der Chiridoten; ihre Ausnahmestellung ist durch die Rädchen der Elasipoden (S. 44), mit denen Semper noch unbekannt war, beseitigt worden. 2) Die massiven Stäbe und Cförmigen Körper einiger echten Holothurien; ich habe oben (S. 49) gezeigt, dass jene sich von „Schnallen", diese aber von „Rosetten" ableiten lassen. 3) Die Anker; ihre Bildungsgeschichte (S. 41) lehrt deutlich, dass ihre Grundlage ein Stab ist, der an seinem einen Ende durch eine Vergabelung die beiden Ankerarme liefert, während das andere Ende wenigstens den Anlauf zu einer Vergabelung in der zur Handhabe werdenden Verdickung erkennen lässt. Semper hat es übrigens schon selbst als zweifelhaft hingestellt, dass die Anker auf eine andere Grundform zu beziehen seien als die übrigen Kalkkörper.

Kehren wir nunmehr zurück zu der gemeinsamen Grundform aller Kalkkörper, so wurde oben (S. 50) gezeigt, dass die sämmtlichen Kalkkörper der Dendrochiroten sich von einer Xförmigen Anlage ableiten lassen und dass weiterhin diese Xförmige Anlage selbst durch Endvergabelung eines kurzen Stabes zu Stande kommt. Das Gleiche gilt für die „Stühlchen" der Aspidochiroten (S. 45), sowie für die vierarmigen Kalkkörper der Elasipoden (S. 43) und einzelner Aspidochiroten und ferner auch für die Gitterplättchen der Molpadiden und die Ankerplatten der Synaptiden. Jedoch auch die übrigen soeben nicht erwähnten Formen der Kalkkörper lassen sich auf den Ausgangspunkt einer stabförmigen, an den Enden zur Vergabelung neigenden Anlage zurückführen. Zunächst trifft das für die Anker zu, wie ich vorhin schon hervorhob. Weniger klar liegt die Sache bei den Rädchen. Seit wir aber bei den Elasipoden Rädchen kennen gelernt haben, deren Nabe von vier kreuzweise gestellten Löchern durchbohrt ist, und es nach den vorliegenden Beobachtungen sicher steht, dass die Nabe den ältesten Theil der Rädchen sowohl bei Synaptiden als Elasipoden darstellt, hindert uns Nichts mehr in der Nabe des Rädchens das Homologon des Primärkreuzes der „Stühlchen" und „Gitterplättchen"

zu sehen; dazu kommt, dass bei einzelnen Elasipoden Uebergangsformen zwischen Rädchen und Gitterplättchen thatsächlich vorkommen. In dem Umstande, dass die Synaptidenrädchen das Stadium des primären Stabes und des primären Kreuzes unterdrückt haben und dafür mit einer soliden Nabe ihren Aufbau beginnen, wird man dann eine secundäre Abkürzung der ursprünglichen Entwicklung zu erkennen haben. Es ist aber auch die andere Annahme möglich, dass die Rädchen der Synaptiden einerseits und diejenigen der Elasipoden anderseits in keiner unmittelbaren Beziehung stehen, sondern unabhängig von einander aus einfacheren Kalkkörpern entstanden sind; diese einfacheren Kalkkörper hatten bei den Elasipoden die Xförmige Gestalt, bei den Synaptiden aber die Form eines Sternes mit sechs oder mehr Strahlen. Semon hat näher ausgeführt, dass die sternförmige Anlage des Synaptidenrädchens sich ihrerseits wieder zurückführen lässt auf eine sehr rasche Vergabelung einer mit weniger zahlreichen Strahlen ausgestatteten Anlage. Auf solche Weise würde z. B. ein ursprünglich dreistrahliger Stern dadurch, dass seine Strahlen sich sofort an ihre Basis gabeln, zu einem sechsarmigen. Es könnte aber auch eine Xförmige Anlage dadurch zu einem Sechsstrahl werden, dass nur zwei von den vier primären Armen sich sofort wieder gabeln. Doch sei dem wie ihm wolle, auf diese oder jene Weise lässt sich das Rädchen der Synaptiden auf eine Grundform zurückführen, die sich nicht wesentlich von derjenigen der übrigen Kalkkörper unterscheidet. — Eine andere Sorte von Kalkkörpern, welche der Zurückführung auf die mehrfach erwähnte Grundform Schwierigkeiten bereitet, sind die von paarig gestellten Löchern durchbrochenen Schnallen der Aspidochiroten. Hier handelt es sich darum zu erklären, wie es gekommen ist, dass die aus der Dichotomie der stabförmigen Anlage sich ergebende Quincunx-Stellung der Löcher nicht vorhanden ist, dafür aber eine paarige Anordnung der Löcher zur Ausbildung gelangte. Semper gibt zwar an, dass auch hier zunächst nur 4 Löcher vorhanden seien und noch früher ein Xförmiges Körperchen die sich entwickelnde Schnalle darstelle; es wäre aber erwünscht, durch neue Untersuchungen eine genauere Einsicht in die Bildungsgeschichte der paarig durchlöcherten Schnallen zu erhalten, wenn es auch kaum zweifelhaft sein kann, dass sich auch hier der gabelnde Stab als die Grundform herausstellen wird.

Sonach bleibt nur noch eine einzige Sorte von Kalkkörpern übrig, die sich von jener Grundform nicht herleiten lassen; es sind das die deutlich concentrisch geschichteten und dazu durch ihre Färbung ausgezeichneten Kalkgebilde, deren ich oben (S. 43) von den Gattungen *Trochostoma* und *Ankyroderma* Erwähnung gethan habe. Sie scheinen durchaus eigenartige Bildungen zu sein, die mit den übrigen Kalkkörpern nur das eine gemeinsam haben, dass sie aus derselben anorganischen Substanz bestehen. Wenn wir sie deshalb hier nicht weiter berücksichtigen, so können wir für alle anderen Kalkkörper der Haut und Ambulacralanhänge und, wie vorausgreifend bemerkt sein mag, auch für die in anderen Organen

der Seewalzen vorkommenden Kalkkörper als einzige Grundform einen in der Regel sehr kurzen Stab ansehen, der sich an seinen Enden gabelt und dadurch eine Xförmige (besser Χförmige, vergl. Holzschn. 2 u. 8) Gestalt annimmt. Der Winkel, unter welchem die Vergabelung stattfindet, beträgt in der Regel 120°.

Es wird später, wenn wir auch die Kalkgebilde der anderen Echinodermenklassen kennen gelernt haben, Gelegenheit sein zu erörtern, in welcher Beziehung die Holothurienkalkkörper zu denjenigen der übrigen Echinodermen stehen; dabei wird es sich insbesondere auch um die Frage handeln, ob dieselbe Grundform der Kalkkörper allen Echinodermen gemeinsam sei. Hier aber beschränken wir zunächst die Betrachtung lediglich auf die Holothurien und hätten uns deshalb nach Aufstellung der für sie gültigen Grundform zu den weiteren Fragen nach ihrer histologischen Entstehung und der Art und Weise ihres Wachsthums zu wenden. Diese Fragen stehen jedoch in so engem Zusammenhange mit der histologischen Structur der Kalkkörper, dass wir zunächst auf diese eingehen müssen.

D. Histologischer Bau der Kalkkörper.

Bereits Quatrefages (210) wies darauf hin, dass die Anker der Synapten nicht lediglich aus kohlensaurem Kalke bestehen, sondern der Kalk an eine organische, allerdings der Masse nach sehr zurücktretende Grundlage gebunden ist. Und wenn auch Baur (10) jegliche organische Substanz in den Ankern in Abrede stellte, so bestätigten doch die späteren Forscher (Semper, Théel, Semon) das Vorhandensein derselben. Insbesondere zeigten sie, dass die Kalkkörper — und zwar nicht nur diejenigen der Synaptiden, sondern aller Holothurien — oberflächlich von einem ungemein feinen Häutchen überkleidet sind, welches bei ganz allmählicher Entkalkung sichtbar wird. Im Inneren der Kalkkörper bemerkte Semper zunächst nur bei den Ankern und den Ankerplatten der Synapten einen axenständigen, schon von Herapath (97) angedeuteten Strang, den er als Centralkanal (II, 3—9) bezeichnete. Théel (266) fand denselben auch bei den Elasipoden und Semon (235) zeigte, dass er auch den übrigen Holothurien, wie überhaupt allen Echinodermen zukommt; recht deutlich sehe ich denselben z. B. in den Kalkkörpern von *Pseudocucumis acicula* (Semp.) und *Holothuria flavo-maculata* Semp. Semon zeigte aber ferner, dass es sich dabei eigentlich nicht um einen centralen Kanal, sondern um einen centralen Strang organischer Substanz handelt. Dieser Strang selbst ist, wie vorsichtig verkohlte Kalkkörper lehrten, keine compacte fadenförmige Masse, sondern besteht aus einem feinen Netzwerk, dessen Fäden in der Mitte des Stranges am stärksten sind und gegen die Oberfläche des Kalkkörpers hin an Dicke abnehmen. Da nun Semon auch die schon von Quatrefages, Baur, Semper und Théel angegebene concentrische Schichtung der Kalkkörper bestätigt

fand, so gelangte er zu der Auffassung, dass organische und anorganische Substanz in den Kalkkörpern in der Weise angeordnet sind, wie es das Schema (II, 17 u. 18) darstellt. Danach bestehen die Kalkkörper aus einem dünnen organischen Ueberzug und nach innen davon aus concentrischen, abwechselnden, dünnen organischen und dickeren anorganischen Schichten; die organischen Schichten stehen untereinander durch radiäre Fäden in Verbindung, welche die anorganischen Schichten durchsetzen und von der Axe des Kalkkörpers nach der Peripherie an Dicke immer mehr abnehmen.

E. Entstehung und Wachsthum der Kalkkörper.

Semper (238) beschrieb von den Ankern der Synaptiden, dass sie mitsammt ihren Ankerplatten von einer bindegewebigen Hülle umgeben sind, welche er als die Matrix der Kalkgebilde ansieht. Des Näheren fand er, dass die innerste Lage jener Hülle ein feines Häutchen darstellt, welches mit seiner glatten Innenseite dem Anker dicht anliegt, auf seiner Aussenseite aber einen epithelialen Ueberzug trägt. Den Zellen dieses Epithels schreibt er nun die Absonderung des Kalkes nach Art einer Cuticularbildung zu, gibt aber dabei ausdrücklich zu erkennen, dass diese Ansicht zu ihrer Erhärtung weiterer Untersuchungen bedürfe. Théel (266) kam zu einem ähnlichen Ergebnisse. Auch er ist auf Grund seiner an *Oneirophanta* gemachten Beobachtungen der Meinung, dass die Absonderung der Kalkkörpersubstanz von einer membranösen und mit Zellen besetzten Hülle ausgehe, nur leugnet er im Gegensatze zu Semper die epitheliale Anordnung dieser Zellen. Nach ihm wird das Innere jener häutigen Hülle zunächst nur von einer structurlosen organischen Substanz erfüllt, in deren Centrum später die anorganische Substanz auftritt um sich dann nach und nach bis zur Ausfüllung der Hülle zu vermehren. Bei dieser Auffassung bleibt indessen die Bildung des organischen Axenstranges der Kalkkörper ebenso unaufgeklärt wie die oben nachgewiesene Grundform derselben; neue Untersuchungen werden deshalb abzuwarten sein, bis man sich zu einer Annahme oder Ablehnung der Semper-Théel'schen Ansicht entschliessen kann. Diese Zurückhaltung ist für jetzt um so mehr geboten, als erstens bei dem von Théel untersuchten Material keine Sicherheit vorliegt, dass nicht bereits eine theilweise Auflösung des Kalkes stattgefunden hatte, und zweitens die von Semper und Théel vertretene Ansicht, dass zuerst ein zelliger Schlauch auftrete, welcher dann erst die Kalksubstanz in sein Inneres abscheide, sich nicht ohne Weiteres vereinbaren lässt mit den Ergebnissen, zu welchen andere Forscher, namentlich Selenka*), Semon (235) und Hérouard (101) gekommen sind.

Nach den unter sich allerdings wieder differirenden Befunden dieser letztgenannten Forscher bleibt zwar bestehen, dass man die Kalkkörperchen

*) Keimblätter und Organanlage der Echiniden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 33. 1879. p. 46.

als eine Art von Cuticularabsonderungen betrachten kann, im Uebrigen aber wird es höchst wahrscheinlich, dass der zellige Schlauch (Semper, Théel) kein primäres, sondern ein secundäres Gebilde ist, dass er nicht der ersten Bildung des Kalkkörperchens vorangeht, sondern durch dessen Entstehungsweise erst bedingt wird.

Hérouard stellte seine Untersuchungen an dendrochiroten Holothurien an, bestätigte zunächst die Angabe früherer Forscher, dass die Kalkkörperchen der Dendrochiroten mit einer X förmigen Anlage beginnen und kam über die Entstehung dieser von ihm als Fundamentalkörperchen bezeichneten Anlage zu folgender Ansicht. Der Bildungsherd ist eine einschichtige Lage von hexagonalen, prismatischen Zellen, die pflasterförmig dicht nebeneinander liegen. Indem nun vier benachbarte Zellen — er nennt sie Fundamentalzellen — an ihren gegenseitigen Berührungsflächen Kalk absondern, entsteht das Fundamentalkörperchen. Entwickelt sich letzteres weiter zu einem vierlöcherigen Gitterplättchen, so geschieht dies dadurch, dass die Kalkabsonderung sich auch auf die anderen Seitenflächen der Fundamentalzellen ausdehnt, so dass also schliesslich jedes Loch des vierlöcherigen Gitterplättchens eine Fundamentalzelle umschliesst. Falls sich diese Angaben Hérouard's als hinlänglich gesicherte herausstellen — sie liegen bis jetzt nur in einer kurzen vorläufigen Mittheilung vor — so wäre die im Winkel von 120° stattfindende Vergabelungsweise der Kalkkörperchen aus der Anordnung ihrer Bildungszellen erklärt, dagegen bliebe auch dann noch die Entstehung des organischen Axenstranges räthselhaft.

Wesentlich verschieden von der Ansicht Hérouard's ist diejenige von Semon, welcher freilich ebenso wie Selenka nicht an Holothurien, sondern an Seeigeln seine Untersuchungen machte. Nach ihm (II, 19—22) nimmt das Kalkkörperchen seine Entstehung nicht zwischen Zellen, sondern in einer Zelle und zwar in Gestalt eines winzigen Tetraeders, der dann später aus der Zelle austritt, dadurch zwischen benachbarte Zellen zu liegen kommt und nunmehr in der Weise weiterwächst, dass er sich in der Richtung von dreien seiner Axen verlängert und so zu einem regulären Dreistrahl wird. Auch diese für die Holothurien übrigens noch ungeprüfte Ansicht lässt den Axenstrang unerklärt. Im Gegensatze zu Hérouard sucht sie die regelmässige Vergabelung des primären Kalkkörpers nicht von der Anordnung der Bildungszellen, sondern von der tetraedrischen Form der primären Kalkablagerung selbst abzuleiten; nur wird dabei nicht verständlich, weshalb auch die späteren Weitervergabelungen des Kalkkörpers in demselben Winkel (von 120°) stattfinden. — Es dürfte nach dem Gesagten ersichtlich sein, dass wir in Bezug auf die Histogenese der Kalkkörper von einer befriedigenden Kenntniss noch weit entfernt sind und nicht besser steht es um unsere Kenntniss von den Umständen, welche dem Weiterwachsen der Kalkkörper nach Erreichung einer gewissen Form und Grösse ein Ziel setzen.

Ueber die chemische Zusammensetzung der Kalkkörper, ihre Function, ihre systematische und phylogenetische Bedeutung sind die späteren Kapitel nachzusehen, welche die Chemie, Physiologie, Systematik und Phylogenie der Holothurien behandeln.

IV. Muskulatur der Körperwand.

1. Die Quer- und Längsmuskeln der Körperwand.

Die schon Bohadsch (30) bekannte Quer- und Längsmuskulatur der Körperwand ist so angeordnet, dass jene sich unmittelbar der Innenseite der Lederhaut anlagert, diese aber noch weiter nach innen ihre Lage einnimmt. Jene bildet eine in der Regel dünne Schicht, in welcher die Muskelfasern quer zur Körperaxe verlaufen; bei stark contrahirten Exemplaren treten einzelne Faserzüge der Quermuskulatur häufig in Form von niedrigen Querleisten an der Innenseite der Körperwand deutlich hervor. Viel kräftiger sind fast immer die Längsmuskeln entwickelt. Dieselben entsprechen in ihrer Zahl und Anordnung den fünf Ambulacren und zeigen deren Lage auch dann sofort an, wenn sie äusserlich entweder durch den Mangel oder durch regellose Vertheilung der Füsschen weniger leicht erkennbar sind.

Um aber zunächst auf die Quermuskulatur etwas näher einzugehen so ist zu bemerken, dass die gewöhnliche Benennung derselben als Ringmuskulatur in den allermeisten Fällen nicht ganz zutreffend ist. Denn nur bei den Synaptiden bildet die Quermuskulatur wirklich eine ununterbrochene, den Körper ringförmig umgebende Lage. Bei allen übrigen Familien aber ist sie in den Ambulacren unterbrochen und dadurch in fünf interambulacrale Felder zerlegt, wird also besser als Quer- denn als Ringmuskulatur bezeichnet. Indessen ist der eben erwähnte Gegensatz der Synaptiden zu den übrigen Holothurien durch Uebergänge vermittelt. Denn schon unter den Synaptiden selbst fanden Danielssen und Koren bei ihrem *Acanthotrochus mirabilis* (50), dass die Quermuskulatur nur im vorderen und im hinteren Körperabschnitte ringförmig, d. h. ununterbrochen ist, dass sie dagegen im mittleren Körperabschnitte fünf ambulacrale Unterbrechungen erfährt; das gleiche Verhalten konnten dieselben Forscher unter den Elasipoden bei *Elpidia glacialis* Théel feststellen. Am hinteren Körperende bilden die Quermuskeln bei allen Holothurien einen Schliessmuskel (Sphinkter) im Umkreise der Kloakenöffnung.

Die Längsmuskeln sind bei den Synaptiden, Elasipoden, den meisten Dendrochiroten und nach Jourdan (114) auch bei *Haplodactyla mediterranea* Grube*) unter den Molpadiden einfache, mehr oder weniger

*) Leider erhält man auch bei Jourdan keine näheren Angaben über diese, von ihm auch als *Molpadia musculus* Risso bezeichnete Art, so dass es nach wie vor zweifelhaft bleibt, ob es sich dabei wirklich um eine echte Molpadide handelt. Die Angabe Jourdan's von der Einfachheit der Längsmuskeln ist um so auffallender, als bei den übrigen Molpadiden, soweit bekannt, immer paarige Längsmuskeln vorhanden sind.

dicke, bald ziemlich breite, bald schmale Streifen, welche mit ihrer Aussenseite der angrenzenden Innenseite des ambulacralen Wassergefässes anliegen und vorne sich an den Kalkring (vergl. den Abschnitt über den Kalkring) ansetzen, hinten aber im Umkreise der Kloakenöffnung endigen. Bereits bei den Synaptiden kommen Andeutungen einer Zertheilung der einfachen Längsmuskeln in Längsmuskelpaare vor, so nach Semper (238) bei *Synapta beselii* Jäg. Bei den Molpadiden sind paarige Längsmuskeln zu deutlicher Ausbildung gelangt, so z. B. bei *Molpadia, Haplodactyla, Caudina, Ankyroderma* und *Trochostoma*; indessen verbinden sich bei letzterer Gattung die beiden sonst durch einen Abstand von 1 mm getrennten Muskel eines jeden Paares vor ihrer vorderen und hinteren Insertion wieder zu einem einfachen Längsmuskel. Auch unter den Elasipoden gibt es einzelne Arten, z. B. *Laetmogone wyville-thomsoni* Théel, welche einen Anlauf zur Längstheilung der sonst einfachen Längsmuskeln nehmen, indem die Muskelfasern in den seitlichen Theilen der Längsmuskeln sich viel dichter und zahlreicher zusammendrängen als in der Mitte. Bei den Dendrochiroten ist trotz der gegentheiligen Angabe Semper's die Einfachheit der Längsmuskeln die Regel; sind sie ausnahmsweise, wie z. B. bei *Cucumaria japonica* Semp. paarig, so vereinigen sich die beiden Hälften eines jeden Paares vor ihrer vorderen Insertion. Bei den Aspidochiroten dagegen treffen wir in Uebereinstimmung mit den Molpadiden ganz regelmässig paarige Längsmuskeln an; die beiden Muskeln eines jeden Paares sind bald schärfer, bald weniger scharf voneinander abgegrenzt oder durch einen schmäleren oder breiteren Zwischenraum getrennt. Im Ganzen sind die Längsmuskeln der Aspidochiroten kräftiger entwickelt als bei den Dendrochiroten, bei denen sie namentlich dann, wenn die Körperwand ziemlich starr und unbeweglich ist, sehr dünn und schmal werden. Dafür zeichnen sich aber die Dendrochiroten dadurch aus, dass sich von ihren Längsmuskeln je ein oft sehr kräftig entwickelter Rückziehmuskel des Schlundkopfes abspaltet, den wir später bei Besprechung des Kalkringes näher kennen lernen werden.

In dem Bindegewebe, welches die Fasern der Längs- und Quermuskeln umlagert, finden sich sehr häufig (bei Arten aus allen Familien) kleine Kalkkörperchen, auf welche zuerst Quatrefages (210) bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Sie haben gewöhnlich die Form kurzer, gedrungener, an den Enden abgerundeter Stäbchen, mehr oder weniger regelmässiger Ellipsoide oder sind von nierenförmiger Gestalt und lassen nicht selten eine concentrische Schichtung erkennen. Das Bindegewebe selbst, sowohl der Längs- als der Quermuskeln, steht mit dem der Lederhaut in Zusammenhang und befestigt dadurch die Muskulatur an der Innenseite der Körperwand.

2. Histologie der Muskeln.

Ueber den histologischen Bau der Muskulatur haben schon Quatrefages (210), Leydig (142 u. 143), Joh. Müller (183) und Baur (10),

später auch Semper (238) und Graber (72) Beobachtungen angestellt, welche in neuester Zeit von Jourdan (114) und Hamann (91 u. 93) fortgeführt wurden. Alle diese Forscher stimmen darin überein, dass die einzelnen Muskelfasern sehr lang gestreckte, an den zugespitzten Enden verjüngte, glatte Cylinder von heller, homogener Substanz darstellen*). Ihre Länge soll mitunter, in den Längsmuskeln der Körperwand, der ganzen Körperlänge gleichkommen; ein Nachweis für die Richtigkeit dieser Angabe wird aber nirgends erbracht. Jedenfalls ist die Länge immer sehr erheblich im Vergleich zur Dicke. Diese beträgt, soweit Messungen vorliegen, mindestens 1,4, höchstens 10, im Durchschnitt 4 bis 5 μ. Natürlich wird die Dicke beeinflusst von dem jeweiligen Contractionszustande und ist auch bei gleichem Contractionszustande verschieden bei den einzelnen Species, sowie bei derselben Species je nach dem Ort des Vorkommens; namentlich scheinen die Fasern der Ringmuskulatur des Körpers durchgängig feiner zu sein als die der Längsmuskulatur. Auf dem Querschnitte erweisen sich die Fasern entweder drehrund oder sie sind durch gegenseitigen Druck zu unregelmässigen Prismen abgeplattet.

Leydig fand, dass die Fasern nicht immer homogen erscheinen, sondern dass die dickeren unter ihnen eine Sonderung in eine Mark- und eine Rindensubstanz erkennen lassen; er gibt ferner an, dass die Fasersubstanz auch eine Zusammensetzung aus keilförmig ineinander geschobenen und in der Längsrichtung der Faser übereinander geordneten Stücken aufweise. Die Unterscheidung einer Mark- und Rindensubstanz konnte aber weder von Baur noch von irgendeinem der späteren Forscher bestätigt werden und was die keilartigen Stückchen angeht, so erwähnt ihrer nur noch Semper, der sie aber für eine erst nach dem Tode eintretende Zerfallserscheinung erklärt.

Auch eine feine, zarte, homogene Hüllmembran (Sarcolemm) wird von Leydig wenigstens den dickeren Fasern zugeschrieben. Semper konnte sich von dem Vorhandensein des Sarcolemms nicht überzeugen und Hamann erwähnt dasselbe überhaupt nicht. Jourdan dagegen schliesst sich der Leydig'schen Auffassung an und lässt alle Muskelfasern von einem ausserordentlich dünnen Sarcolemm umhüllt sein. Diese Sarcolemmscheide kann sich bei Contraction der Muskelfasern in Quer- oder Längsfalten legen und so eine Quer- oder Längsstreifung der Fasersubstanz vortäuschen. Dieser Täuschung unterlag Quatrefages, als er an den contrahirten Fasern der Längsmuskulatur der *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) eine Querstreifung beschrieb. Leydig war bereits auf dem richtigen Wege die Querstreifung auf quere Faltungen des Sarcolemms zurückzuführen, entschied sich aber später für die Ansicht, dieselbe sei durch den oben erwähnten Zerfall der Fasersubstanz in keilförmige Stückchen bedingt.

*) Nur bei *Kolga hyalina* Dan. u. Kor. geben Danielssen und Koren (50) an, dass die Fasern der Längsmuskeln verästelt seien und miteinander anastomosiren.

Baur, Semper, Graber und Hamann konnten überhaupt nichts von einer Querstreifung zu Gesichte bekommen und die Längsstreifung, die der Letztgenannte besonders an stark contrahirten Fasern wahrnahm, wird wohl auch nur auf einer Faltung des von ihm übersehenen Sarcolemms beruhen.

Der von Jourdan und Hamann entdeckte Kern der Muskelfaser liegt derselben, nach innen vom Sarcolemm und umgeben von einer geringen Menge Protoplasma, seitlich an, ist von länglicher Gestalt und umschliesst ein oder mehrere Kernkörperchen. Nur bei den Ringmuskelfasern des Schlundes soll nach Hamann der Kern der Faser nicht an-, sondern eingelagert sein; nach seinen Abbildungen erscheint diese Behauptung etwas zweifelhaft. Ferner bezweifle ich, ob Vogt und Yung (284) im Rechte sind, wenn sie den Längsmuskelfasern der *Cucumaria Planci* v. Marenz. nicht einen, sondern mehrere Kerne zuschreiben.

V. Nervensystem.

Die erste bestimmte und richtige Vermuthung über die Lage der radialen Nervenstämme äusserte Cuvier (46). Jäger (110) fügte die fernere Vermuthung hinzu, dass auch ein Ringnerv vorhanden sei und vom Kalkring umhüllt werde. Der wirkliche Entdecker des Nervensystemes aber ist Krohn (123), welcher den Ringnerven, die Radialnerven und Seitenäste der letzteren nachwies. Für die Radialnerven führte J. Müller (185) die Bezeichnung Ambulacralgehirne ein, auf deren Berechtigung ich an anderer Stelle zurückkommen werde. Alsdann suchten Baur (10) und Semper (238) tiefer in Bau und Anordnung des Nervensystemes einzudringen. Ihre Bemühungen wurden später von Teuscher (261) und neuerdings besonders von Jourdan (114), Semon (233—237) und Hamann (91—93) fortgeführt. Es wird im Verlauf der näheren Darstellung unserer heutigen Kenntnisse des Nervensystemes hinreichende Gelegenheit sein dem Antheile, den die genannten Forscher im Einzelnen daran haben, gerecht zu werden. Wir wenden uns deshalb hier sofort zu einer Uebersicht über die Anordnung und Zusammensetzung des ganzen Systemes und lassen darauf eine Besprechung der Einzelheiten folgen.

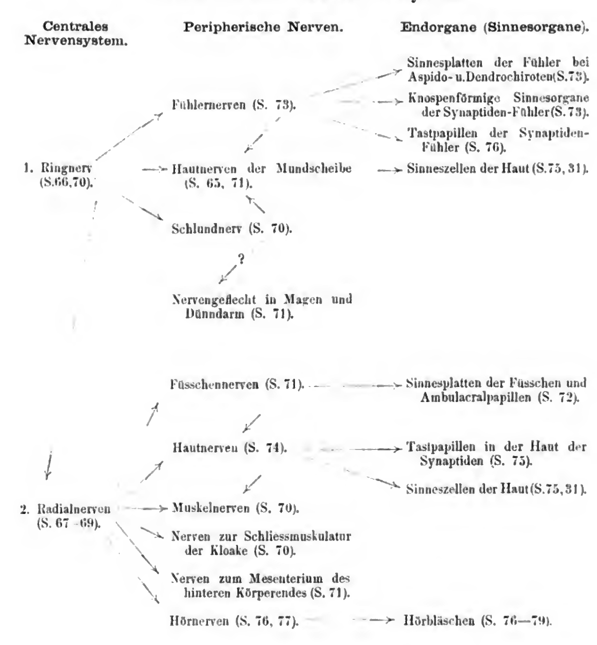
Als centrale Theile des Nervensystemes werden herkömmlicherweise der den Mund umkreisende Ringnerv und die fünf in den Radien verlaufenden Radialnerven (= Ambulacralnerven) bezeichnet. Da aber (vergl. den Abschnitt über die Entwicklungsgeschichte) der Ringnerv zuerst entsteht und erst später die fünf Radialnerven aus ihm auswachsen, so wäre es vom morphologischen Standpunkte aus richtiger nur jenen als den centralen Theil aufzufassen, diese aber zum peripherischen Nervensystem zu rechnen (über die physiologische Bedeutung des Ringnerven und der Radialnerven vergl. den Abschnitt über die Physiologie). Für eine rasche Uebersicht über das ganze Nervensystem empfiehlt es sich

aber immerhin an der üblichen Zusammenfassung der Radialnerven mit dem Ringnerv als der centralen Theile festzuhalten.

Sowohl der Ringnerv als auch die Radialnerven geben zahlreiche Aeste und Zweige ab, welche zusammen das peripherische Nervensystem bilden. Vom Ringnerven entspringen die Fühlernerven, die vorzugsweise zu den auf den Fühlern angebrachten nervösen Endapparaten herantreten, als welche man Sinnesplatten, knospenförmige Sinnesorgane und Tastpapillen unterscheidet. Ausserdem geben die Fühlernerven aber auch Nerven in die Haut der Mundscheibe ab, welche an einfachen epithelialen Sinneszellen endigen. Vom Ringnerv entspringt ferner ein Schlundnerv, von dem es zweifelhaft ist, ob er mit einem in der Wand des Magens und Dünndarmes vorkommenden Nervengeflecht in Verbindung steht. Ebenso wie die Fühlernerven kann auch der Schlundnerv Zweige in die Haut der Mundscheibe entsenden; auch können Hautnerven der Mundscheibe unmittelbar aus dem Ringnerven austreten. Zahlreicher als die Aeste des Ringnerven sind die der Radialnerven. Ueberall wo Ambulacralanhänge in Form von Füsschen oder Papillen vorhanden sind, geht zu jedem derselben ein Ast des betreffenden Radialnerven ab und endigt in einem als Sinnesplatte bezeichneten terminalen Endorgan. Wir wollen diesen Nerven ohne Rücksicht darauf, ob sie zu eigentlichen Füsschen oder zu Ambulacralpapillen führen, den Namen Füsschennerven geben. Andere Zweige der Radialnerven gehen in die Haut und stehen hier zum einen Theile durch Vermittelung eines subepithelialen Nervengeflechtes mit einfachen epithelialen Sinneszellen, zum anderen Theile mit zusammengesetzteren Endorganen, den sog. Tastpapillen in Verbindung. Im letzteren Falle, der sich nur bei füsschenlosen Formen findet, vertreten die Tastpapillen und ihre Nerven die Sinnesplatten und Füsschennerven der übrigen Seewalzen. Hautnerven können aber auch statt direkt von den Radialnerven erst von den Füsschennerven sich abzweigen. Eine dritte Art von Zweigen der Radialnerven sind Muskelnerven, welche die Muskulatur der Körperwand versorgen; es kommt indessen auch vor, dass derartige Muskelnerven als Aeste der Hautnerven auftreten. An die Nerven der Muskulatur der Körperwand schliessen sich aufs engste die Nerven an, welche von dem hintersten Abschnitte der Radialnerven zur Schliessmuskulatur der Kloake gehen. Derselbe Abschnitt der Radialnerven scheint auch Zweige zum Mesenterium des hinteren Körperendes zu schicken. Endlich sind es auch die Radialnerven, welche die Hörbläschen, wo solche vorkommen, innerviren.

In der folgenden Tabelle habe ich versucht die Beziehungen der centralen Theile des Nervensystemes zu den peripherischen und die Beziehungen dieser zu den nervösen Endapparaten übersichtlich zu machen und dabei die Seiten angemerkt, wo die näheren Angaben nachzusehen sind.

Uebersicht über das Nervensystem.



1. Centrales Nervensystem.

a. Form und Lage des Ringnerven und der Radialnerven. Der Ringnerv umgibt in einigem Abstande die Mundöffnung bald in annähernd kreisrunder Gestalt, bald mehr in der Form eines abgerundeten Fünfeckes, dessen Ecken in die Richtung der Radien fallen. Er liegt in der untersten Zone des Bindegewebes der Mundhaut, nach innen von dem später zu besprechenden Kalkringe und etwas unterhalb der Fühlerbasis. Auf dem Querschnitte hat er keinen genau kreisförmigen, sondern einen etwas länglichen Umriss und da er nirgends eine bemerkenswerthe Anschwellung zeigt, so lässt sich seine Form mit der eines leicht zusammengedrückten, ringförmig gebogenen Cylinders vergleichen. In jeden Radius entsendet er einen Radialnerven, welcher sich in stärkerem Maasse abflacht

und durch einen oberen Einschnitt oder eine Oeffnung des betreffenden Radialstückes des Kalkringes (siehe die Beschreibung des letzteren) hindurchtritt um sich alsdann an die Aussenseite der Radialgefässe zu lagern. In dieser Lagerung verläuft er in der Tiefe der Lederhaut bis in das hinterste Körperende. Der Querschnitt durch einen Radialnerv zeigt in der Regel eine stärkere Abplattung als der Ringnerv, erscheint bald mehr bohnen-, bald mehr halbmondförmig, wechselt aber überhaupt sehr je nach dem Contractionszustande des Thieres. Semon (233) gibt von jungen Synapten an, dass ihre Radialnerven am vorderen und hinteren Ende eine Anschwellung zeigen, während Semper (238) und Hamann (93) übereinstimmend die grösste Breite der Radialnerven in der Körpermitte fanden. In Betreff des hintersten Endes der Radialnerven beobachtete Hamann eine allmähliche Verschmälerung und schliessliche Zuspitzung. Eine hintere Commissur der Radialnerven ist ebensowenig vorhanden wie Commissuren während ihres Verlaufes, so dass also der einzige Zusammenhang der Radialnerven durch den Ringnerv hergestellt wird. Irgendwelche Hohlräume sind weder im Ringnerven noch in den Radialnerven vorhanden.

b. Histologie des centralen Nervensystems. Nach einem, wie die späteren Forschungen zeigten, gänzlich missglückten Versuche Baur's (10) an der *Synapta digitata* (Mont.) in den histologischen Bau des Nervensystems einzudringen war es zuerst Semper (238), welcher mit besserem, aber doch immer noch recht unzulänglichem Erfolge an Aspidochiroten, Dendrochiroten, Molpadiden und Synaptiden die feinere Zusammensetzung der Nerven aufzuklären begann.

An den Radialnerven, die wir zunächst ins Auge fassen wollen, unterschied er nicht weniger als vier von aussen nach innen aufeinanderfolgende Schichten, die er in der angegebenen Reihenfolge mit n^1, n^2, n^3, n^4 bezeichnete. n^3 und n^4 haben sich später als nicht zum Nerven gehörig herausgestellt, wie dies Semper selbst bereits vermuthet hatte. n^1 und n^2 sind durch eine bindegewebige, mit der Lederhaut zusammenhängende quere Scheidewand voneinander getrennt, welche feine Fäden in die Schicht n^1 entsendet. n^1 besteht aus einer äusseren Zellenlage und aus einer inneren Faserlage, deren Fasern parallel miteinander und senkrecht zur erwähnten Scheidewand verlaufen; auch in n^2 kommen Zellen vor. Diese Angaben Semper's über den Bau der Schichten n^1 und n^2 und der diese trennenden Scheidewand sind durch die späteren Untersuchungen von Teuscher (261), Jourdan (114), Hamann (91—93) und Semon (233 u. 236) zum Theil bestritten, schliesslich aber bestätigt und in wesentlichen Punkten ergänzt worden, allerdings ohne bei diesen Bestätigungen und Ergänzungen überall gebührende Berücksichtigung zu finden. Zunächst zeigte Teuscher, dass n^1 und n^2 aus feinen Längsfasern, die Semper übersehen hatte, zusammengesetzt sind, und machte ferner darauf aufmerksam, dass die oberflächlichen Zellen der Schicht n^1 sich jederseits und in einigem Abstande von der Längsmitte des Nerven

zahlreicher zusammenhäufen. Jourdan fand weder die schon von Teuscher wiedergefundene quere Scheidewand, noch die dadurch bedingte Zerlegung des Radialnerven in die Schichten n^1 und n^2. Hamann dagegen sah zwar die Scheidewand, glaubte sie aber auf eine optische Täuschung zurückführen zu müssen, worin ihm Semon nachdrücklich und wie ich aus eigenen Untersuchungen hinzufügen kann mit Recht widersprach. Beide Forscher fanden, dass bei *Synapta* die quere Scheidewand der Radialnerven erst in einigem Abstande vom Ringnerv auftritt. Semon zeigte ferner, dass die von Teuscher beobachtete Bildung zweier längsverlaufender Verdickungsstreifen des oberflächlichen Zellbelags der Schicht n^1 eine regelmässige und weitverbreitete Erscheinung ist und gab denselben den Namen der Zellsäulen; eine ähnliche, aber unpaare Zellsäule kommt nach Semon bei *Synapta* auch in der Mitte des oberflächlichen Zellbelages der Schicht n^2 vor. In Bezug auf den Zellbelag der beiden Schichten überhaupt stellten Teuscher und Semon fest, dass nicht nur die Schicht n^1, wie schon Semper gesehen hatte, sondern auch die Schicht n^2 einen Zellbelag besitzt. Dem Zellbelag der Schicht n^1 legte Hamann die Bezeichnung Deckepithel bei, während Semon sowohl den zelligen Ueberzug der Schicht n^1 als den der Schicht n^2 als Randzellen zusammenfasst. Die Randzellen schicken fadenförmige Fortsätze aus, welche den schon von Semper erwähnten parallelen und senkrecht zur Scheidewand gerichteten Fasern entsprechen; wir wollen sie die aufrechten Fasern nennen. Aber auch im Inneren beider Schichten finden sich bald mehr bald weniger zahlreiche Zellen, die zwar schon Semper und Teuscher nicht ganz übersehen hatten, die aber erst durch Jourdan, Hamann und Semon genauer erforscht wurden; der Letztgenannte bezeichnete sie im Gegensatze zu den Randzellen als Innenzellen. Fassen wir alles Gesagte zusammen, so ergibt sich für die Radialnerven ein Bau, den wir uns am Besten an dem von Semon abgebildeten Querschnitt des Radialnerven von *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) vorführen können (V, 14). Der ganze Nerv besteht aus einer dickeren oberen (n^1) und einer dünneren unteren (n^2) Schicht, welche durch eine quere Scheidewand getrennt sind; in beiden Schichten finden wir Randzellen, Innenzellen, Längsfasern und aufrechte Fasern.

Ueber die Bedeutung dieser einzelnen Bestandtheile gehen die Ansichten der Forscher nicht unerheblich auseinander; nur darin herrscht Uebereinstimmung, dass, soweit die äussere Schicht in Betracht kommt, die Längsfasern Nervenfasern und die Innenzellen Nervenzellen darstellen. Was die Randzellen anbetrifft, so stellt Hamann ihre nervöse Natur in Abrede, während Semper, Teuscher, Jourdan und Semon ihnen diese Bedeutung zusprechen. Die aufrechten Fasern sind nach Hamann ausschliesslich Ausläufer der Randzellen und ebensowenig nervös wie diese; sie dienen vielmehr nur als Stützfasern. Auch Teuscher hält alle aufrechten Fasern für Stützfasern, lässt sie aber ausschliesslich aus der Scheidewand entspringen und leugnet überhaupt ihre Verbindung mit

Zellen. Semper dagegen, sowie Jourdan und Semon sind der Meinung, dass sie alle (Semon) oder (Semper) wenigstens zum Theil, nämlich soweit sie wirklich Ausläufer der Randzellen sind, nervöser Beschaffenheit seien, dabei unterscheidet aber Semper einen anderen Theil der aufrechten Fasern als überhaupt nicht von den Randzellen, sondern von der bindegewebigen stützenden Scheidewand ausgehend und hält demzufolge nur diese letzteren für Stützfasern. Es dürfte schwer sein bei diesem Widerstreit der Meinungen zu einer sicheren Beurtheilung des functionellen Werthes aller der in Rede stehenden Bestandtheile der Radialnerven jetzt schon zu gelangen. Soweit die histologische Untersuchung hier eine gesichertere Kenntniss vermitteln kann, wird es sich besonders darum handeln, festzustellen, ob die aufrechten Fasern überall alle oder nur zum Theil Ausläufer der Randzellen sind, ob ferner die aufrechten Fasern sich mit den Längsfasern oder den Innenzellen nirgends in Verbindung setzen und ob schliesslich die Längsfasern nur mit den Innenzellen oder auch mit den Randzellen zusammenhängen? Je nachdem diese Fragen beantwortet werden, wird man entweder nur die Längsfasern und Innenzellen als die eigentliche Nervensubstanz und die Randzellen und aufrechten Fasern für Deck- und Stützgebilde halten oder auch die letzteren zu den eigentlichen nervösen Elementen hinzuzählen, wobei nicht ausgeschlossen bleibt, dass nur ein Theil der aufrechten Fasern zur Stütze, ein anderer zur Reizleitung dient.

Ueber die besprochenen morphologischen Bestandtheile der oberen Schicht der Radialnerven mögen hier noch einige Einzelangaben folgen. Die Randzellen sind 5—6 μ gross, besitzen um ihren Kern nur eine dünne Protoplasmazone und senden je eine aufrechte Faser aus (V, 12), welche nach Hamann doppelt so dick wie eine Längsfaser ist. Die Innenzellen haben eine Länge von 6—7 μ bei einer Breite von durchschnittlich 2 μ; ihr ovaler Kern ist von einer geringen Menge Protoplasma umhüllt, welches meistens zwei oder mehrere feine fadenförmige Fortsätze aussendet. Die Längsfasern haben nach Hamann eine Dicke von 4 μ; sie verlaufen, abgesehen von den Stellen, wo ein peripherischer Nerv vom Radialnerven austritt, parallel miteinander. Semon bestreitet, dass Rand- und Innenzellen, aufrechte und Längsfasern sich in Grösse, Form und Bau scharf auseinanderhalten lassen, und gelangt gerade deshalb zu der Ansicht, für alle diese Theile eine Betheiligung an der Reizleitung für wahrscheinlich zu halten; dazu kommt, dass Semon sich überzeugt zu haben glaubt, dass Rand- und Innenzellen sich durch aufrechte Fasern miteinander verbinden.

Die innere Schicht des Radialnerven ist Hamann geneigt für nicht nervös zu halten, führt aber dafür keinerlei stichhaltigen Grund an. Bei der grossen Uebereinstimmung im Baue der äusseren und inneren Schicht scheint mir die von Semper und Semon, zum Theil auch von Teuscher vertretene Ansicht, dass auch die innere Schicht nervöser Natur sei, besser

begründet. Auch spricht dafür der Umstand, dass die Füsschennerven einen Theil ihrer Fasern aus dieser Schicht beziehen.

Der Ringnerv stimmt in seinem Bau mit der äusseren Schicht (n^1) des Radialnerven überein; es setzt sich also, wie schon Semper richtig beobachtet hatte und seitdem auch durch Semon und Hamann aufs Neue festgestellt worden ist, weder die Scheidewand, noch die innere Schicht (n^2) in den Ringnerven fort. Nach Jourdan sind die Randzellen des Ringnerven (Deckepithel Hamann's) nicht regellos vertheilt, sondern zu fünf interradialen Gruppen zusammengehäuft. Hamann fand die Innenzellen im Ringnerven der *Synapta digitata* (Mont.) verhältnissmässig zahlreicher als in den Radialnerven. Ueber die einzelnen histologischen Bestandtheile des Ringnerven herrschen dieselben Meinungsverschiedenheiten in der Ausdeutung der Befunde wie hinsichtlich der Radialnerven (siehe oben).

2. Peripherisches Nervensystem und Sinnesorgane.

a. Muskelnerven. Théel (263) ist der Erste, welcher bestimmte Aeste der Radialnerven (bei *Elpidia glacialis* Théel) als Muskelnerven bezeichnete, nachdem Baur (10) bei *Synapta digitata* (Mont.) vergeblich danach gesucht und auch Semper (238) derselben keine Erwähnung gethan. Nach Théel fanden auch Danielssen und Koren (50) derartige Nerven bei ihrem *Trochostoma thomsonii*, doch entspringen sie hier nicht unmittelbar von den Radialnerven, sondern sind Zweige der von diesen ausgehenden Hautnerven. Weitere und genauere Beobachtungen haben wir von Semon (233) und Hamann (93). Jener erwähnt Aeste der Radialnerven, welche die „Schliessmuskulatur des Afters“ versorgen, und stellte ferner fest, dass an den Seitenrändern der Radialnerven zwischen den Abgängen der Füsschennerven (bei *Stichopus regalis* Cuv. je 2—3) feinere Aeste auftreten, welche vorwiegend der Innervation der Muskeln dienen. Sie bestehen aus Fasern und Zellen und lösen sich gewöhnlich sofort nach ihrem Eintritte in die Muskulatur in sehr feine Zweige auf, welche die Bündel der Muskelfasern umspinnen, ohne dass ihre schliessliche Endigung erkannt werden konnte. Auch Hamann erwähnt die Nervenäste, welche bei den Pedaten von den Radialnerven zur Muskulatur der Körperwand ziehen; bei *Synapta digitata* (Mont.) sah er sie mit je einem Hautnerven zu einer kurzen gemeinschaftlichen Wurzel verbunden.

b. Darmnerven. Nach der ersten unsicheren Angabe Joh. Müller's (184) über das Vorkommen von Schlundnerven bei *Synapta beselii* Jäg. konnte Semper (238) mit Bestimmtheit über Nerven im Schlunde von *Cucumaria japonica* Semp. berichten, welche in der äusseren Lage der inneren Bindegewebsschicht verlaufen. Von den späteren Forschern geben zwar Danielssen und Koren (50) Nervenäste an, welche bei ihrer *Kolga hyalina* vom Ringnerv zum Schlunde ziehen, doch ist Hamann (92 u. 93)

der Einzige, welcher näher auf die noch von Semon (233) vergeblich gesuchte Innervation des Darmes eingegangen ist. Nach ihm entspringt vom Ringnerv der *Synapta digitata* (Mont.) ein bandförmiger Nerv, welcher noch bevor er in den Schlund eintritt Zweige zum Epithel der Mundscheibe entsendet, dann den Schlund erreicht und sich hier der Schlundmuskulatur von innen anlagert; ohne weitere Aeste abzugeben, verläuft er bis zum Grunde des Schlundrohres und scheint lediglich zur Innervation der Schlundmuskulatur zu dienen. Aehnliche Verhältnisse fanden Hamann bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) und neuerdings Vogt und Yung (284) bei *Cucumaria Planci* v. Marenz.; bei letzterer Art entspringt der Schlundnerv an der ventralen Seite des Ringnerven („am Grunde der kleinen Bauchtentakel"). Der feinere Bau des Schlundnerven stimmt nach Hamann mit dem des Ringnerven und der Fühlernerven überein, nur sind die aufrechten Fasern („Stützfasern") schwach oder gar nicht entwickelt.

Ausser dem Schlundnerven fand Hamann (aber nur bei *Synapta*) auch noch ein feines Nervengeflecht in der Wand des Magens und Dünndarmes in Gestalt einer dünnen Lage von ringförmig*) verlaufenden und mit Zellen reichlich untermischten Fasern unmittelbar nach innen von der Muskulatur. Ob dieses Nervengeflecht mit dem Schlundnerven in Zusammenhang steht, wurde noch nicht ermittelt.

Anhangsweise sei erwähnt, dass nach Semon (233) das Mesenterium der Aftergegend bei Aspidochiroten durch besondere Aeste der Radialnerven einen hohen Grad von Reizbarkeit erhalten soll.

c. Füsschennerven. Die schon von Krohn (123) angedeuteten und von Semper (238) etwas genauer untersuchten Füsschennerven wurden später auch von Teuscher (261) und Théel (263) in den Kreis ihrer Beobachtungen gezogen und schliesslich von Jourdan (114), Hamann (91—93) und Semon (233) in tiefer eindringender, aber noch immer nicht ganz erschöpfender Weise bearbeitet. Alle sind darüber einig, dass die Füsschennerven aus den seitlichen Rändern der Radialnerven austreten; während aber nach Semper beide Schichten (n^1 und n^2) der Radialnerven durch abgehende Fasern den Füsschennerv bilden, soll nach Teuscher die Hauptmasse eines jeden Füsschennerven aus der äusseren Schicht (n^1) stammen und nur einige Fasern vielleicht aus der inneren (n^2) herkommen. Es ist möglich, dass der Unterschied in diesen beiden Angaben durch die Verschiedenheit der untersuchten Arten (*Cucumaria japonica* Semp. und *Holothuria tubulosa* [Gmel.]) veranlasst ist. Nach seinem Ursprunge verläuft der Füsschennerv, indem er das zum Füsschen gehende Wassergefässästchen begleitet, durch die Lederhaut, in welche er einige wenige Seitenzweige abgibt, dringt dann in das Füsschen selbst

*) Oder der Länge nach? Hamann widerspricht sich in dieser Beziehung, indem er das eine Mal (93, p. 12) von einem ringförmigen, das andere Mal (92, p. 324) von einem longitudinalen Verlaufe der Fasern spricht.

ein und breitet sich hier unterhalb der Lederhaut des Füsschens zu einem das Füsschen mehr oder weniger umgreifenden Nerven aus, der an der Spitze des Füsschens angekommen (V, 15), sich mit der dort befindlichen Sinnesplatte, von welcher gleich nachher die Rede sein wird, in Verbindung setzt. Bei den Elasipoden zeichnen sich nach Théel (266) die Füsschennerven, welche die Ambulacralfortsätze des Rückens (= umgewandelte Füsschen) versorgen, dadurch aus, dass sie zahlreiche Aeste und Zweige abgeben, welche sich in der Bindegewebsschicht der Fortsätze ausbreiten. In seinem feineren Bau zeigt der Füsschennerv dieselbe Zusammensetzung wie die äussere Schicht (n^1) des radialen Nervenstammes, besteht also aus Längsfasern und damit in Zusammenhang stehenden Innenzellen, ferner aus einer der Hautoberfläche zugekehrten Lage von Randzellen und von diesen ausgehenden aufrechten Fasern; über die functionelle Bedeutung der Randzellen und der aufrechten Fasern liegt dieselbe Meinungsverschiedenheit vor wie in Betreff der gleichen Bestandtheile der Radialnerven.

Die Sinnesplatte, an welcher der Füsschennerv schliesslich endigt, liegt bei den zur Fortbewegung dienenden und demgemäss mit einer endständigen Saugscheibe versehenen eigentlichen Füsschen auf dieser Saug- oder Endscheibe, dagegen bei den zu sog. Ambulacralpapillen umgewandelten Füsschen auf deren Spitze. Semper stellte zwar die Verbindung des Füsschennerven mit der von ihm zuerst angedeuteten Sinnesplatte in Abrede, doch wurde dieser Angabe bereits durch Théel mit Recht widersprochen. Indessen ist auch aus den neuesten Untersuchungen noch nicht klar zu ersehen, ob die Verbindung des Füsschennerven mit der Sinnesplatte die ganze und einzige Endigung des Nerven darstellt, der dann als ein rein sensibler zu betrachten wäre, oder ob nicht auch Abzweigungen des Füsschennerven zur Muskulatur der Füsschen herantreten. Was aber die Sinnesplatte (Hamann's „Nervenendplatte") selbst anbetrifft, so besteht dieselbe nach Hamann (V, 15) aus einer Epithelverdickung, die wir die Epithelplatte nennen, und einer dicht darunter gelegenen, aus Nervenfasern und Nervenzellen zusammengesetzten End-Ausbreitung des Füsschennerven, der wir den Namen Nervenplatte geben. Die Epithelplatte ist aus zweierlei Zellen gebildet: erstens Sinneszellen, welche sich durch ihre basalen Ausläufer mit den Fasern der Nervenplatte verbinden, und zweitens Stützzellen, deren basale Fortsätze durch die Nervenplatte hindurchgehen um in das darunter gelegene Bindegewebe einzutreten. Von diesen Hamann'schen Angaben über den Bau der Sinnesplatten unterscheiden sich diejenigen Semon's und Jourdan's in manchen Punkten; insbesondere beschreiben die beiden letztgenannten Forscher unterhalb der Nervenplatte nochmals eine Zellschicht, welche gegen die Cutis kegelförmige Vorsprünge bildet und von Jourdan als eine Summe von epithelialen Divertikeln, von Semon als eine Anhäufung von Ganglienzellen gedeutet wird, während Hamann (soweit sich aus seinen Abbildungen schliessen lässt) sie zum Bindegewebe der Cutis

rechnet. Ferner lässt Semon den Füsschennerv, ehe er die Sinnesplatte erreicht, sich in eine Anzahl feiner Bündel auflösen, welche durch die Maschen des kalkigen Endscheibchens des Füsschens hindurchtreten um in die Nervenplatte gelangen zu können. Hamann dagegen und Jourdan scheinen der Meinung zu sein, dass der Füsschennerv die kalkige Endscheibe nicht durchsetzt, sondern umgeht.

d. Fühlernerven. Die Fühlernerven sind, nachdem Baur (10) sie bei *Synapta digitata* (Mont.) entdeckt hatte, von Semper (238), Teuscher (261), Théel (263), Jourdan (114), Hamann (92 u. 93) und Semon (233) bei *Synapta* und anderen Gattungen näher untersucht worden. Sie entspringen interradial vom Ringnerven und zwar so, dass für jeden Fühler ein besonderer Nerv vorhanden ist, der an der dem Munde zugekehrten Seite des Fühlers zwischen dessen Muskel- und Cutisschicht verläuft. In seiner Lagerung im Fühler stimmt er also mit den Füsschennerven überein und zeigt auch in seiner Form dieselbe mehr oder weniger starke Abplattung, in Folge deren er den Fühler theilweise oder ganz umgreift. Sein feinerer Bau ist, was schon Semper bemerkte, derselbe wie der des Ringnerven. Auch er besteht aus äusseren Randzellen, aufrechten Fasern, Innenzellen und Längsfasern, stimmt also auch mit dem Bau der Füsschennerven überein; die Innenzellen und Längsfasern werden von Hamann auch hier als die allein nervösen Bestandtheile, dagegen die Randzellen mit den aufrechten Fasern, welch' letztere nach Hamann bei *Synapta digitata* (Mont.) mitunter nur schwach oder gar nicht entwickelt sind, als stützende Bestandtheile betrachtet. Im Inneren der Fühler verästelt sich der Fühlernerv in der Weise, dass jedes Fiederästchen oder Endläppchen des Fühlers seinen eigenen Zweig bekommt, der bei den Aspido- und Dendrochiroten an der Spitze der Endläppchen (Hamann nennt dieselben „Köpfchen“) in einer dort befindliche Sinnesplatte endigt. Diese Sinnesplatte, die zuerst von Semper bemerkt wurde, gleicht nach den Beobachtungen Hamann's derjenigen der Füsschen, indem sie ebenfalls aus einer aus Sinneszellen und Stützzellen gebildeten Epithelplatte und darunter einer aus Nervenzellen und Nervenfasern zusammengesetzten Nervenplatte gebildet wird. Wie bei den Sinnesplatten der Füsschen sollen die Ausläufer der Stützzellen die Nervenplatte durchsetzen. Semon weicht in der Deutung des Befundes insofern von Hamann ab, als er keine besonderen Stützzellen unterscheidet.

Bei verschiedenen Synaptiden sind an der Innenseite der Fühler kleine knospenförmige Sinnesorgane (Sinnesknospen Hamann) angebracht, welche vielleicht als Geschmacksorgane dienen. Bei *Synapta digitata* (Mont.) stehen sie auf dem unteren Abschnitt der Fühler in zwei einander gegenüberliegenden Gruppen, jedoch in Zahl (4—8 in jeder Gruppe) und Stellung ohne bestimmtere Regelmässigkeit. Da ihre Grösse etwa 0,1 mm beträgt, können sie mit der Lupe oder selbst mit dem blossen Auge wahrgenommen werden. Jedes dieser Sinnesorgane (V, 16) besteht aus einer annähernd kugeligen, von einer hellen, dünnen Membran be-

grenzten Einsenkung der Epidermis in die unterliegende Lederhaut und lässt an seiner Innenseite einen Nerven aus sich hervortreten. Unter den Epidermiszellen, welche in den Aufbau der in Rede stehenden Organe eintreten, unterscheidet Hamann (92 u. 93) zwei verschiedene Sorten: Stützzellen und Sinneszellen. Jene bilden die peripherischen Theile des Organes, während diese als eine knospenförmige Gruppe die Achse des Organes einnehmen. Die Stützzellen sind fadendünn und tragen ihren ovalen Kern in der Nähe ihrer Basis. Die gestreckten Sinneszellen führen ihren gleichfalls ovalen Kern ungefähr in ihrer Längsmitte und convergiren sowohl mit ihren äusseren als auch mit ihren inneren Enden; mit letzteren setzen sie sich in feine Fasern fort, die sich zu dem zum Fühlernerven hinziehenden, aus Fasern und Zellen zusammengesetzten Nerven des Sinnesorganes zusammenlegen. Auf ihrem Aussenende tragen Stützzellen und Sinneszellen ein feines kurzes Geisselhaar.

Aehnliche Organe hat Semon (235) bei seiner *Chiridota venusta* aufgefunden, jedoch nicht näher beschrieben. Aber auch den früheren Forschern waren sie nicht entgangen. Ihre erste Erwähnung treffen wir bei Quatrefages (210), der sie bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) entdeckte, indessen für Haftapparate (Saugnäpfe) hielt. Sie stehen bei dieser Art in zwei Längsreihen von je 4 Stück an der Innenseite der Fühler; ihr feinerer Bau bedürfte einer erneuerten Untersuchung, da die Angaben, welche Quatrefages darüber macht, sich nur schwer vereinbaren lassen mit dem Baue, den sie bei *Synapta digitata* (Mont.) besitzen. Nachdem Quatrefages seine angeblichen Saugnäpfe bei *S. inhaerens* (O. F. Müll.) entdeckt hatte, wies Joh. Müller (183) sie auch bei *S. digitata* (Mont.) nach, suchte sie aber vergeblich bei grossen tropischen Arten (*S. beselii* Jäg., *serpentina* J. Müll., *lappa* J. Müll.). Baur (10) bestätigte das Vorkommen bei *S. digitata*, hielt aber ebenso wie J. Müller an der irrthümlichen Deutung als Saugnäpfe fest. Ebenso Semper, der (238) ähnliche Organe bei seiner *Anapta gracilis* auffand. Erst Hamann bestritt jene Deutung, erklärte sie für Sinnesorgane und gab die oben mitgetheilte Schilderung ihres Baues.

Ueber Tastpapillen auf den Fühlern der Synaptiden vergl. S. 75, 76.

c. Hautnerven. Der Besitz von Hautnerven scheint eine allgemeine Eigenschaft der Seewalzen zu sein, wie aus den nachfolgenden Angaben hervorgeht. Semper (238), welcher die Hautnerven entdeckte, sah sie (bei Dendrochiroten und Aspidochiroten) in grosser Zahl aus den seitlichen Rändern der Radialnerven und des Ringnerven entspringen und sich in der Haut in ein Geflecht feiner Fasern auflösen; an den Fasern bemerkte er in Anschwellungen derselben Kerne oder kernhaltige Zellen; besonders leicht konnte er das Netz der Hautnerven bei solchen Arten wahrnehmen, deren Haut die Fähigkeit des Zerfliessens hat (*Stichopus*-Arten und *Colochirus quadrangularis* [Less.]). Während nach Semper die Hautnerven, soweit sie von den Radialnerven entspringen, zum grössten Theile oder vielleicht ausschliesslich aus der inneren Schicht (n^2) derselben

ihren Ursprung nehmen, werden sie nach Teuscher (261) bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) nur von der oberen Schicht (n[1]) der Radialnerven abgegeben und zerfallen nahe ihrem Ursprunge in mehrere stärkere Zweige, die sich erst nahe unter der äusseren Oberfläche der Lederhaut in feine Fasern auflösen. Alsdann fand Théel (263) auch bei seiner *Elpidia glacialis* von den Radialnerven entspringende Hautnerven und Danielssen und Koren (50) gaben das Gleiche von ihrem *Trochostoma thomsonii* an. In weiterer Bestätigung und Ergänzung der Beobachtungen von Semper und Teuscher erwähnen Danielssen und Koren, dass die Hautnerven der genannten Art ganglionäre Anschwellungen besitzen und sich in ein feines Netzwerk auflösen, von welchem Zweige nach dem Körperepithel, aber auch andere Zweige zur Muskulatur der Körperwand abgehen. Gleichzeitig theilte Théel (266) mit, dass nicht nur *Elpidia glacialis*, sondern überhaupt die Elasipoden ein wohlentwickeltes Hautnervengeflecht mit eingeschalteten Nervenzellen besitzen.

Bis dahin war also ein in der Dicke der Lederhaut verlaufendes Nervengeflecht bei allen Hauptgruppen der Seewalzen festgestellt und auch die neuesten Forscher auf diesem Gebiete, Jourdan, Semon und Hamann bestätigten sein Vorkommen. Jourdan (114) aber erweiterte zugleich unsere Kenntniss der Hautnerven durch den Nachweis, dass noch ein zweites Nervengeflecht vorhanden ist, welches sich unmittelbar unter dem Körperepithel ausbreitet (VI, 2). Die Fasern dieses subepithelialen Geflechtes verbinden sich nach Hamann (93) mit den von ihm unterschiedenen Sinneszellen der Oberhaut (vergl. Seite 31). Hamann konnte zwar bei *Synapta digitata* (Mont.) das subepitheliale Nervengeflecht nur auf der Mundscheibe und am hinteren Körperende mit Bestimmtheit nachweisen, vermuthet aber wohl mit Recht, dass auch die übrige Haut desselben nicht gänzlich ermangele.

Zur Vervollständigung der Angaben über die Hautnerven sei noch hinzugefügt, dass nach Semon (233) auch die Füsschennerven und nach Hamann auch die Fühlernerven und der Schlundnerv Zweige in die Haut abgeben, letztere also nicht ausschliesslich von den Radialnerven versorgt wird. Ferner erwähnen Teuscher und Jourdan, dass die feinen Endzweige der Hautnerven sehr häufig mit Pigmentkörnchen besetzt sind.

Sog. Tastpapillen der Haut sind bis jetzt nur von Synaptiden bekannt, bei denen sie von Semper (238) zuerst beschrieben wurden. Nach ihm gehen von den Hautnerven, welche aus den Seitenrändern der Radialnerven entspringen, feinere Zweige ab, die durch die Lederhaut aufsteigen und in papillenförmigen Erhebungen der Haut dicht unter dem verdickten Epithelüberzuge dieser Papillen mit einer ganglionären Anschwellung endigen; feine, aus der ganglionären Anschwellung austretende Fasern scheinen dieselbe mit den Epithelzellen in Verbindung zu setzen. Semper fand diese Organe, in denen er Tastwerkzeuge vermuthete, bei den Gattungen *Synapta* und *Anapta* über den ganzen Körper verbreitet, ver-

misste sie aber bei *Chiridota**). Hamann (93) ist der einzige Forscher, der nach Semper über die in Rede stehenden Organe neue Mittheilungen gemacht hat. Durch seine Beobachtungen an *Synapta digitata* (Mont.) bestätigte er, dass Hautnerven in papillenförmigen Erhebungen (VI, 1) der Haut, sowie auch der Fühler endigen und fand in Betreff der Endigung selbst, dass sie eine aus Nervenfasern und multipolaren Nervenzellen zusammengesetzte Platte (= Semper's ganglionäre Anschwellung) darstellt, welche sich dem verdickten Epithel der Papille dicht anlagert und mit den hier ungemein zahlreichen Sinneszellen (siehe oben Seite 31) direkt verbindet; ausser den Sinneszellen kommen im Epithel der Papillen auch weniger zahlreiche Stützzellen (siehe oben Seite 31) und Drüsenzellen (siehe ebendort) vor. Was den Ursprung der zu den Papillen gehenden Nerven angeht, stimmt Hamann mit Semper überein; nur die auf den Fühlern vorkommenden Papillen werden nach Hamann von anderen Nerven versorgt, nämlich von Zweigen der Fühlernerven. Da die Synaptiden der Füsschen entbehren und anderseits die Tastpapillen ihrer Haut eine grosse Uebereinstimmung mit den Sinnesplatten der Füsschen zeigen, so kann man der Ansicht Semper's (238) nur beipflichten, dass die Tastpapillen der fusslosen den Sinnesplatten der füssigen Holothurien homolog sind.

f. Die Gehörorgane. Die Entdeckung der Gehörorgane (V, 12) der Synaptiden verdanken wir Thompson (270) und Baur (10); dem Letzteren zu Ehren sind sie von späteren Forschern auch als Baur'sche Bläschen bezeichnet worden. Baur fand sie bei *Synapta digitata* (Mont.) und *S. inhaerens* (O. F. Müll.) als bläschenförmige Gebilde, von denen je ein Paar an jedem Radialnerv dort ansitzt, wo derselbe aus dem Kalkringe austritt; er deutete sie als Hörorgane und sah in ihnen mit Recht dieselben Organe, welche bereits J. Müller (179 u. 180) bei *Auricularia* als Bläschen mit zitternden Doppelkörnern beschrieben hatte. Jedes Bläschen ist durch ein kurzes Stielchen mit dem Radialnerven verbunden und besteht aus einer structurlosen Wand und einem deutlichen Epithelbelag an der Innenseite dieser Wand. Den Stiel selbst hielt Baur nicht für einen Ast des Radialnerven, sondern war der Ansicht, derselbe sei nur eine Fortsetzung der Bläschenhaut einerseits und der häutigen Umhüllung des Radialnerven anderseits. Bei jungen Thieren sind die Bläschen bereits vorhanden und umschliessen dann ein oder mehrere rundliche, ganz homogene, stark lichtbrechende Körperchen, die in beständiger zitternder Bewegung sind; bei den erwachsenen Thieren aber vermochte Baur die zitternden Inhaltskörperchen nicht mehr aufzufinden. Semper (238) glaubte die Deutung der von Baur geschilderten Bläschen als Gehörorgane bezweifeln zu müssen, will aber auch bei Lungenholothurien (bei *Cucumaria japonica* Semp.) ähnliche Gebilde wahrgenommen haben, worüber indessen

*) Eigene, noch nicht veröffentlichte Untersuchungen an *Chiridota rufescens* haben mich aber belehrt, dass sie auch dieser Gattung nicht fehlen.

nähere Beobachtungen fehlen. Dass auch bei anderen Synaptiden die von Baur entdeckten Bläschen vorkommen, zeigten Théel (262) und Danielssen und Koren (50), indem sie dieselben in gleicher Zahl und Anordnung wie bei *Synapta* sowohl bei *Myriotrochus rinkii* Steenstr. als auch bei *Acanthotrochus mirabilis* Dan. u. Kor. nachwiesen; auch bei diesen Arten vermissten sie die von ihnen als Otolithen bezeichneten Inhaltskörperchen.

Dieselben Forscher dehnten ferner unsere Kenntniss der in Rede stehenden Organe auch auf die Familie der Elpidiiden aus und zeigten, dass diese Tiefsee-Holothurien erstens eine viel grössere Anzahl der „Bläschen" und zweitens in den Bläschen stets die bei den Synaptiden bis dahin nur in der Jugend beobachteten Otolithen besitzen. Zunächst war es Théel (263), der bei seiner *Elpidia glacialis* an dem Ursprunge eines jeden der beiden dorsalen und der beiden seitlichen ventralen Radialnerven je ein Hörbläschen und ausserdem an den seitlichen ventralen Radialnerven noch je 5 andere an den Abgangsstellen der Füsschennerven auffand. Die kugeligen, 0,2 mm grossen Bläschen liegen hier den Nerven ganz dicht, ohne Stiel, an, bestehen wie bei den Synaptiden aus einer dünnen Membran und einem Binnenepithel und beherbergen im Inneren 5—20 Otolithen. Die Otolithen selbst (V, 11) sind länglich, an einem Ende verjüngt und abgestutzt und aus 3—4 concentrischen Schichten zusammengesetzt; ihre Länge beträgt 36 μ, ihre Breite 20 μ; in Säuren lösen sie sich auf, jedoch ohne Entwicklung von Kohlensäure; ihre chemische Beschaffenheit konnte nicht näher festgestellt werden. Bei *Kolga hyalina* Dan. u. Kor. (50) liegen die Verhältnisse folgendermaassen: Die beiden Radialnerven des Biviums tragen kurz nach ihrem Abgange vom Ringnerven je ein Paar 0,25 mm grosser Hörbläschen (also wie bei den Synaptiden alle fünf Radialnerven); der mittlere ventrale Radialnerv entbehrt derselben (wie bei *Elpidia glacialis*); dafür aber sind an jedem der beiden seitlichen ventralen Radialnerven nicht weniger als 26 Hörbläschen hintereinander und in kurzen Abständen aufgereiht; von diesen seitlichen ventralen Hörbläschen sind die vordersten und hintersten die kleinsten (Durchmesser 0,06—0,08 mm), die mittleren die grössten (Durchmesser 0,16—0,19 mm). Im Inneren der Bläschenstiele stellten Danielssen und Koren einen vom Radialnerven herkommenden und zu dem inneren Epithel des Bläschens herantretenden Nervenast fest. In den Bläschen selbst fanden sie 20—130 Otolithen von ganz ähnlicher Form wie bei *Elpidia glacialis* Théel. Der Vollständigkeit halber mögen hier auch noch die übrigen Elpidiiden erwähnt sein, bei welchen Théel (266) Hörbläschen nachwies. Bei *Kolga nana* Théel liegen jedem der beiden seitlichen ventralen Radialnerven ungefähr dreizehn Bläschen von 0,14 mm Durchmesser, jedes mit etwa zwanzig 28 μ langen Otolithen. *Parelpidia elongata* Théel besitzt Hörbläschen am Ringnerven, jedes mit 30 bis 35 Otolithen; die Otolithen sind 21—40 μ lang. Bei *Elpidia incerta* Théel ist jede Bauchseite mit einer Reihe von 30—40 Bläschen aus-

gestattet, die mit dem Radialnerven direkt oder durch einen kurzen Ast in Verbindung stehen und zahlreiche Otolithen umschliessen. Auch bei *Peniagone vitrea* Théel und *P. affinis* Théel ist eine grössere Anzahl an jedem der beiden seitlichen ventralen Radialnerven aufgereiht. Wo bei Elpidiiden Hörbläschen vorkommen, sind in der Regel auch Otolithen vorhanden; nur selten fehlen die Otolithen; stets haben sie dieselbe oben für *Elpidia glacialis* angegebene Form.

Dass auch bei jungen Synaptiden die Hörbläschen eine weitere Verbreitung haben, geht aus meinen Beobachtungen (153) an *Chiridota rotifera* (Pourt.) hervor. Sie sind bei den Jungen dieser Art — bei erwachsenen Chiridoten kannte man sie bis dahin überhaupt noch nicht — ebenso angeordnet wie bei *Synapta* und haben einen Durchmesser von 32 μ.

Ohne die Angaben der skandinavischen Forscher zu berücksichtigen untersuchte Hamann (93) die Hörbläschen der erwachsenen *Synapta digitata*. Er fand den Durchmesser der Bläschen zu 0,14—0,21 mm, die Dicke des Binnenepithels zu 6,5 μ, leugnete aber, ebenso wie früher Baur, mit aller Bestimmtheit das Vorhandensein eines zu den Bläschen gehenden Nerven, konnte ferner niemals einen Inhalt in den Bläschen antreffen und hält sie deshalb für rückgebildete Organe (Larvenorgane), die nur während der Jugend des Thieres eine Rolle spielten.

Einen wesentlichen Fortschritt in der Erkenntniss des feineren Baues der Hörbläschen verdanken wir erst den neuesten Untersuchungen Semon's (235 u. 236), der freilich ebensowenig wie Hamann auf die damals schon bekannten Hörbläschen der Elpidiiden Bezug nimmt. Semon stellte das Vorkommen von 5 Paar Hörbläschen auch bei erwachsenen Exemplaren der Gattung *Chiridota* (bei *Ch. venusta* Sem.) fest. Es gelang ihm sowohl bei *Chiridota* als bei *Synapta* beim fertig entwickelten Thiere die von den früheren Forschern vergeblich gesuchten Inhaltskörperchen der Hörbläschen aufzufinden. Es unterscheiden sich aber die Inhaltskörperchen der Synaptiden (V, 12) von denjenigen der Elpidiiden darin, dass sie keine festen Concretionen sind, sondern zarte bläschenförmige Gebilde darstellen. In jedem Hörbläschen liegen dieser Inhaltsbläschen eines oder mehrere; nur am lebenden Thiere sind sie zu finden und sind dann in beständiger zitternder Bewegung; bei Zusatz von Säure, Sublimat und Alkohol platzen und verschwinden sie. Sie bestehen aus einer festeren Wand und einem flüssigen Inhalte. Die Wand zeigt eine schwache Körnelung und beherbergt in einer verdickten Stelle einen dunkleren scheibenförmigen Körper, der alle Eigenschaften eines Zellkernes besitzt. Das ganze Inhaltsbläschen stellt demnach nichts anderes dar als eine Zelle, welche eine grosse Vacuole enthält. Bei den Larven ist die Vacuole (V, 13) im Verhältniss zum Zellleibe kleiner und es hat dann die ganze Zelle (das zukünftige Inhaltsbläschen) eine Gestalt, die schon J. Müller als „Doppelkorn“ beschrieben hatte. — An den ausgebildeten Hörbläschen stellt Semon die von Baur und Hamann behauptete bindegewebige Wandung in Abrede; die Hörbläschen liegen vielmehr unmittelbar im

Bindegewebe der Lederhaut und ihre Wand (V, 12) besteht lediglich aus einem einschichtigen kubischen Epithel. Die Bewegung der Inhaltsbläschen soll auf Bewimperung der Epithelzellen beruhen; es gelang aber bis jetzt nicht die Wimperhaare thatsächlich wahrzunehmen. In dem Stiele der Hörbläschen konnte Semon sehr wohl einen Nervenast des Radialnerven nachweisen und spricht sich deshalb, sowie wegen der vorhandenen Inhaltskörperchen gegen die Auffassung aus, dass es sich um functionslos gewordene Larvenorgane handele. Wenn auch der physiologische Beweis, dass hier wirkliche Hörorgane vorliegen, noch nicht erbracht werden konnte und auch nicht leicht zu erbringen sein wird, so kann es doch morphologisch keinem Zweifel unterliegen, dass wir es mit Hörbläschen (Otocysten) zu thun haben.

g. Anhang: Sogenannte Augen. Auf augenähnliche Pigmentflecke bei einigen Arten der Gattung *Synapta* hat zuerst J. Müller (184) die Aufmerksamkeit gelenkt. Dieselben liegen als dunkelrothbraune bis schwarzbraune Flecken an der Innenseite der Fühler und zwar an der Basis derselben. Bei *Synapta digitata* (Mont.), *S. vittata* (Forsk.) und *S. vivipara* (Oerst.) sind sie rund, bei *S. lappa* J. Müll. viereckig. Bei *S. digitata* stimmt ihre Anzahl mit der Zahl der Fühler, mit denen sie in der Stellung abwechseln, sodass zwischen je zwei Fühlern ein Pigmentfleck liegt. Bei *S. vivipara, vittata* und *lappa* sind sie in Paaren geordnet, welche auf den Fühlerbasen selbst, also nicht abwechselnd damit, angebracht sind. Gegen die Deutung dieser Pigmentflecken als Sehorgane haben sich schon Baur (10) und Semper (238) ausgesprochen und neuerdings haben Hamann (93) und Semon (235) sich dieser Auffassung angeschlossen, hauptsächlich deshalb, weil sie an den Pigmentflecken weder lichtbrechende Theile, noch einen Zusammenhang mit dem Nervensystem nachweisen konnten. Nach Hamann (93) sind die Flecken bei der von ihm untersuchten *S. digitata* nichts anderes als klumpenförmige Anhäufungen pigmentirter Wanderzellen in der Lederhaut. — Bei anderen Seewalzen als den genannten *Synapta*-Arten sind derartige, an Augen erinnernde Pigmentflecken bis jetzt nur von Koren (119) bei *Psolus squamatus* und von Peach (198) bei *Holothuria nigra* angedeutet, aber nicht näher untersucht worden.

VI. Kalkring und Rückziehmuskeln.

Der Schlundtheil des Darmes ist von einem aus kalkigen Skeletstücken gebildeten Ringe, dem sogenannten Kalkringe, umgeben, welcher den Längsmuskeln der Körperwand und da, wo Rückziehmuskeln des Schlundkopfes vorhanden sind, auch diesen zum Ansatze dient, den Nervenring schützend umgiebt und insbesondere den radialen Wassergefässen und den Tentakelgefässen Stützpunkte darbietet. Da er auch entwicklungsgeschichtlich in enger Beziehung zu dem Wassergefässsysteme

steht, so könnte man seine Betrachtung mit derjenigen des Wassergefässsystemes verbinden. Indessen scheint es mir übersichtlicher den Kalkring in einem besonderen Kapitel zu behandeln, welches demjenigen über das Wassergefässsystem vorausgeht. Dieses Kapitel wird zunächst den Kalkring für sich allein ins Auge fassen und sich dann auf die Beziehungen des Kalkringes zur Längsmuskulatur und auf eine Betrachtung der Rückziehmuskeln ausdehnen.

1. Kalkring.

Die ältesten Angaben über den Kalkring finden sich bei Bohadsch (30) und Strussenfelt (252), von denen der eine ihn von *Holothuria tubulosa* (Gmel.), der andere von *Psolus phantapus* (Struss.) beschreibt. Der Irrthum, den Strussenfelt darin beging, dass er den Kalkring nur aus fünf, von ihm „Wirbel" genannten Gliedern zusammengesetzt sein lässt, kehrt bei verschiedenen späteren Forschern wieder, so bei Pallas (196), Quoy u. Gaimard (211), Lamarck (133) und Peach (198), während Cuvier (46) zuerst und nach ihm Tiedemann (273) und zahlreiche Andere feststellten, dass seine gewöhnliche Zusammensetzung eine zehngliedrige ist. Aber schon vor Cuvier war durch Fabricius (61) der Kalkring einer *Synapta* beschrieben worden, der nicht aus 10, sondern aus 12 Gliedern („Zähne" nennt er sie) besteht und die Folgezeit lehrte, dass überhaupt die Synaptiden an die Zehnzahl der Kalkringglieder nicht gebunden sind. Anderseits zeigten die neueren Untersuchungen der Tiefseeholothurien, sowie die entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen, dass es thatsächlich Holothurien mit nur fünfgliedrigem Kalkringe giebt und darin die älteste Gestaltung desselben zu erkennen ist.

Dieses vorausgeschickt wenden wir uns nunmehr zur näheren Betrachtung des Kalkringes. In seiner gewöhnlichen Zusammensetzung besteht er aus zehn Stücken, sog. Gliedern, neuerdings (Moseley, 177) auch Annularia genannt, von welchen fünf unter sich gleichgeformte mit fünf anderen ebenfalls unter sich gleichgeformten regelmässig abwechseln; jene fünf sind zugleich so angeordnet, dass sie in die Richtung der Radien des fünfstrahligen Bauplanes fallen, während die fünf mit ihnen abwechselnden in ihrer Stellung den Interradien entsprechen; jene heissen desshalb Radialglieder oder einfach Radialia, diese Interradialglieder oder Interradialia. Radialia und Interradialia bilden zusammen einen Ring, der bald vorn etwas enger ist als hinten, bald (und zwar häufiger) sich umgekehrt nach hinten etwas verengt oder auch vorn und hinten gleichweit ist. Seine Länge, d. h. die Entfernung seines Vorderrandes vom Hinterrande, ist je nach Gattungen und Arten eine sehr verschiedene, steht aber im Allgemeinen in einem geraden Verhältnisse zur Länge des ganzen Thieres. Verhältnissmässig am längsten ist der Kalkring bei manchen Dendrochiroten, z. B. *Phyllophorus*- und *Thyone*-Arten,

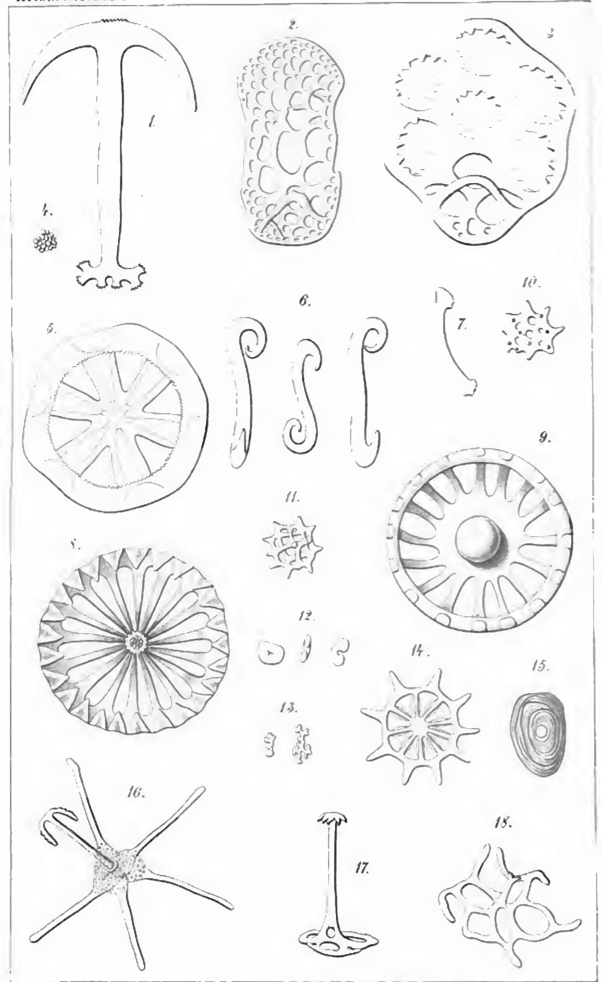
Erklärung von Tafel I.

Holothurioidea; Kalkkörper.

Fig.

1. Anker von *Synapta glabra* Semp., vergr.
2. Ankerplatte von *Synapta beselii* Jäg., vergr.
3. Ankerplatte von *Synapta recta* Semp., $\frac{240}{1}$.
4. Hirseplättchen von *Synapta glabra* Semp., vergr.
5. Rädchen von *Chiridota purpurea* Less., $\frac{230}{1}$.
6. Gekrümmte Stäbe von *Chiridota japonica* v. Marenz., $\frac{215}{1}$.
7. Gekrümmtes Stäbchen von *Chiridota variabilis* Semp., $\frac{260}{1}$.
8. Rädchen von *Myriotrochus Rinkii* Steenstr., vergr.
9. Rädchen der *Auricularia* von *Synapta digitata* (Mont.), $\frac{1300}{1}$.
10. Bestacheltes Gitterplättchen von *Molpadia australis* Semp., $\frac{260}{1}$.
11. Gitterschale von *Caudina ransonnetii* Marenz., $\frac{240}{1}$.
12. Nierenförmige Kalkkörperchen von *Haplodactyla australis* Semp., $\frac{225}{1}$.
13. Krause Kalkkörperchen aus den Analpapillen derselben Art, $\frac{215}{1}$.
14. Bestacheltes Rädchen von *Acanthotrochus mirabilis* Dan. u. Kor., vergr.
15. Concentrisch geschichtetes, rothgefärbtes Kalkkörperchen von *Trochostoma violaceum* Stud., $\frac{85}{1}$.
16. Eine aus 5 sternförmig angeordneten, spatelförmigen Kalkkörpern gebildete Gruppe mit dem daraufsitzenden Anker von *Ankyroderma affine* Dan. u. Kor., vergr.
17. Gitterplättchen mit stabförmigem, am Ende einen Hakenkranz tragenden Aufsatz von *Ankyroderma danielsseni* Théel, $\frac{80}{1}$.
18. Gitterplättchen mit Stachelaufsatz von derselben Art, $\frac{80}{1}$.

Fig. 1, 2, 4—6, 15, 17, 18 nach Théel (267); Fig. 3, 7, 10 nach Semper (238); Fig. 8, 14, 16 nach Danielssen & Koren (50); Fig. 9 nach Semon (235); Fig. 11 nach v. Marenzeller (167); Fig. 12 und 13 nach Ludwig (161a).



Lith. Inst. v. A. Henry, Bonn.

Erklärung von Tafel II.

Holothurioidea; Kalkkörper.

Fig.

1—9. Bildungsstadien des Ankers und der Ankerplatte von *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.), $\frac{240}{1}$. *a* Axenstrang des Ankers, *b* der Ankerplatte.

10—14. Bildungsstadien der Rädchen von *Chiridota venusta* Semon, $\frac{400}{1}$.

15—16. Bildungsstadien der Rädchen der *Auricularia* von *Synapta*, $\frac{1200}{1}$.

17—18. Schema der Anordnung der anorganischen und organischen (in der Zeichnung dunkelen) Substanz in den Kalkkörperchen nach Semon; *a* Hüllhäutchen.

19—22. Erste Anlage eines Kalkkörperchens eines Seeigels nach Semon, $\frac{1200}{1}$.

23. Durchbrochene Halbkugel (Gitternapf) von *Colochirus cucumis* Semp., $\frac{240}{1}$.

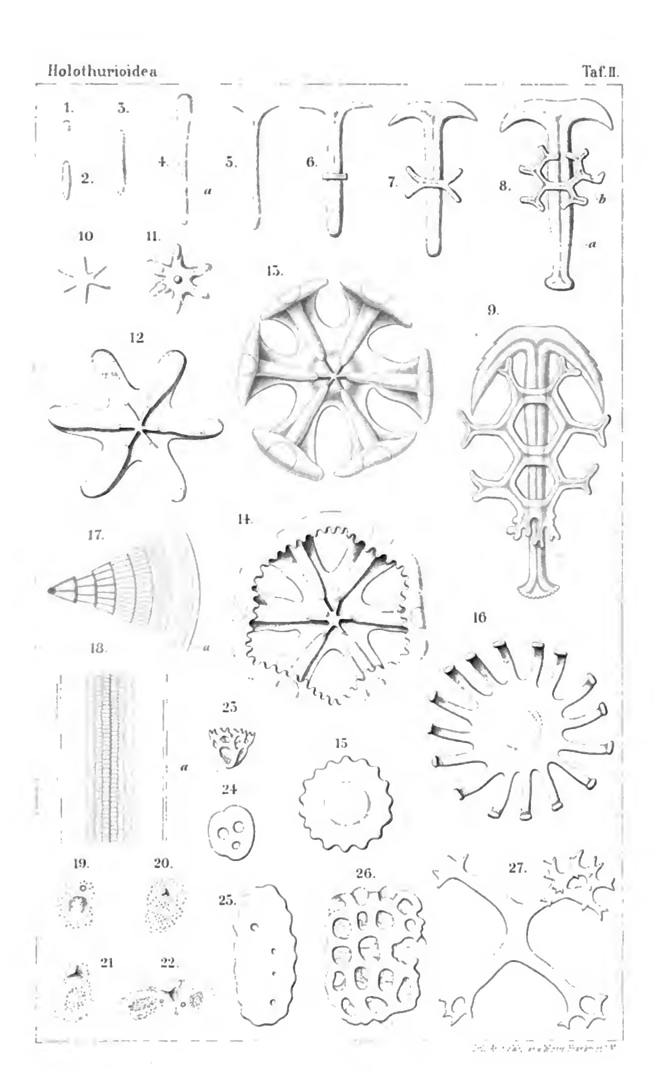
24. Rundliches, glattes, von wenigen Löchern durchbrochenes Plättchen von *Colochirus violaceus* Théel, $\frac{375}{1}$.

25. Von wenigen, kleinen Löchern durchbrochene glatte Platte aus der Bauchhaut von *Psolus disciformis* Théel, $\frac{200}{1}$.

26. Gitterkugel von *Colochirus cucumis* Semp., $\frac{240}{1}$.

27. Vierarmiger Kalkkörper von *Cucumaria abyssorum* Théel, $\frac{140}{1}$.

Fig. 1—22 nach Semon (235); Fig. 23—27 nach Théel (267).


1.
2.
3.
4.
a
5.
6.
7.
8.
b
a
9.
10
11.
12
13.
14.
15
16
17.
a
18.
a
19.
20.
21
22.
23
24
25.
26.
27.

Erklärung von Tafel III.

Holothurioidea; Kalkkörper.

Fig.

1. Bestachelte Platte von *Pseudocucumis africana* (Semp.). $\frac{115}{1}$.
2. Kreuzförmiger Körper von *Cucumaria crucifera* Semp., $\frac{145}{1}$.

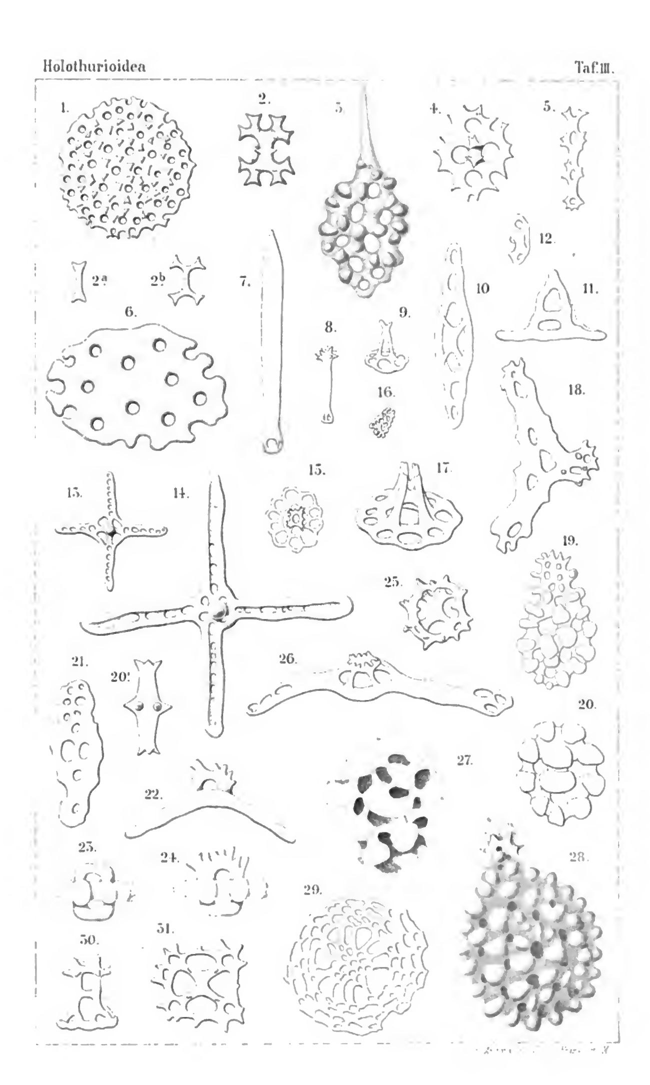
2a u. 2b. Zwei Entwicklungsstadien des vorigen, $\frac{145}{1}$.

3. Knotige, durchlöcherte Platte, die sich in einen Stachel verlängert, von *Cucumaria echinata* v. Marenz., $\frac{240}{1}$.
4. Am Rande und auf der Mitte bestacheltes, 4löcheriges Plättchen von *Cucumaria chierchiae* Ludw., $\frac{240}{1}$.
5. Bestacheltes und durchlöchertes Stützstäbchen aus einem Füsschen von *Cucumaria chierchiae* Ludw., $\frac{240}{1}$.
6. Dicke, glatte Platte von *Cucumaria crucifera* Semp., $\frac{145}{1}$.
7. Nadel von *Pseudocucumis acicula* (Semp.), $\frac{370}{1}$.
8. Einer Morgenstern-Waffe ähnliches Kalkkörperchen (reducirtes „Stuhlchen") von *Phyllophorus schmeltzii* (Ludw.), $\frac{180}{1}$.
9. An die „Stühlchen" der Aspidochiroten erinnerndes Kalkkörperchen von *Thyone mirabilis* Ludw., $\frac{180}{1}$.
10. „Stützstäbchen" aus einem Füsschen von *Actinocucumis typica* Ludw. von der Fläche gesehen, $\frac{180}{1}$.
11. Einspitziges „Stühlchen" aus einem Füsschen derselben Art von der Seite gesehen, $\frac{180}{1}$.
12. Durchbrochenes Eichen von derselben Art, $\frac{180}{1}$.
13. Kleineres 4armiges und in der Mitte einen Stachel tragendes Körperchen von *Echinocucumis adversaria* Semp., $\frac{95}{1}$.
14. Ein ebensolches von der grösseren Sorte, $\frac{95}{1}$.
15. Ein „stühlchen-förmiges Kalkkörperchen von *Cucumaria nobilis* Ludw., von oben gesehen, $\frac{170}{1}$.
16. Krauses Plättchen von *Ocnus imbricatus* Semp., $\frac{260}{1}$.
17. Sog. „Stühlchen" von *Cucumaria longipeda* Semp., $\frac{260}{1}$.
18. Stützstäbchen aus einem Füsschen von *Cucumaria dubiosa* Semp., $\frac{260}{1}$.
19. Knotige Platte, die an einem Ende verjüngt und dort bestachelt ist, von derselben Art, $\frac{360}{1}$.
20. Knotige Platte (Schnalle), regelmässig von 4 Löchern durchbohrt, von derselben Art, $\frac{250}{1}$.

20[1]. Stacheliger, gedrungener Stab von *Phyllophorus frauenfeldi* Ludw., $\frac{260}{1}$.

21. Stützstäbchen aus einem Füsschen von *Thyone similis* Ludw. von unten gesehen, $\frac{240}{1}$.
22. Dasselbe von der Seite gesehen.
23. Knotiges Plättchen mit Doppelhenkel von *Thyone similis* Ludw., von der Seite gesehen, $\frac{240}{1}$.
24. Ein ebensolches, an dem der eine Henkel bestachelt ist.
25. Gitternapf, von aussen gesehen, von *Thyone recurvata* Théel.
26. Stützstäbchen mit mittlerem Aufsatz aus einem Füsschen von *Cucumaria longipeda* Semp., $\frac{260}{1}$.
27. Knotige Platte von *Cucumaria discolor* Théel.
28. Knotige, an dem einen verjüngtem Ende bestachelte Platte von *Cucumaria insolens* Théel.
29. Endscheibchen eines Füsschens von *Thyone aurantiaca* (Costa), $\frac{240}{1}$.
30. Stuhlchen von *Holothuria atra* Jäg., von der Seite gesehen.
31. Stühlchen mit 4 Stacheln statt des Stieles von *Holothuria fusco-rubra* Théel, von oben gesehen.

Fig. 1, 2, 2a, 2b und 6 nach Ludwig (161a); Fig. 3 nach v. Marenzeller (167); Fig. 4, 5, 13, 14, 21—24 nach Ludwig (160); Fig. 7, 16—20[1], 26 nach Semper (238); Fig. 8—12, 15 nach Ludwig (147); Fig. 25, 27, 28, 30, 31 nach Théel (267); Fig. 29 nach Ludwig (151).


1.
2.
3.
4.
5.
2a
2b
7.
6.
8.
9.
10
11.
12.
16.
18.
13.
14.
15.
17.
19.
25.
21.
20!
26.
20.
27.
22.
23.
24.
29.
28.
30.
31.

Erklärung von Tafel IV.

Holothurioidea; Kalkkörper.

Fig.

1. Stühlchen von *Holothuria murrayi* Théel, von oben gesehen.
2. Stühlchen derselben Art, von der Seite.
3. Stühlchenkrone von *Stichopus sordidus* Théel, von oben.
4. Stühlchen derselben Art, von der Seite.
5. Dasselbe von unten.
6. Knotige Schnalle von *Holothuria spinifera* Théel.
7. Einspitziges Stühlchen derselben Art, von der Seite.
8. Vielarmiges Stühlchen von *Stichopus moseleyi* Théel, von unten.
9. Stiel eines solchen Stühlchens, von der Seite.
10. Stühlchenkrone von *Holothuria africana* Théel, von oben.
11. Durchlöchertes Plättchen von derselben Art.
12. Unregelmässige, am Rande dornige Schnalle von *Holothuria marenzelleri* Ludw., $\frac{230}{1}$.
13. Cförmiges Stäbchen von *Stichopus variegatus* Semp.
14. Stützstäbchen aus einem Füsschen derselben Art.
15. Sog. Rosette von derselben Art.
16. Sförmige Umbildung eines Cförmigen Stäbchens von *Stichopus chloronotos* Brandt, $\frac{225}{1}$.
17. Dreiarmige Umbildung eines Cförmigen Stäbchens von derselben Art, $\frac{225}{1}$.
18. Vierarmige Umbildung eines Cförmigen Stäbchens von derselben Art, $\frac{225}{1}$.
19. Sog. Rosette (Umbildung eines Cförmigen Stäbchens) von derselben Art, $\frac{225}{1}$.
20. Stühlchen von *Stichopus challengeri* Théel, von oben gesehen.
21. Vierlöcherige Schnalle von *Holothuria signata* Ludw., $\frac{180}{1}$.
22. Zweilöcherige Schnalle derselben Art, $\frac{180}{1}$.
23. Stühlchenscheibe von *Stichopus godeffroyi* var. b. Semp.
24. Stützplättchen aus einem Füsschen von *Stichopus japonicus* Sel.
25. Umgewandelte Schnalle von *Holothuria depressa* Ludw. $\frac{180}{1}$.
26. Stühlchen mit verkümmertem Stiel von derselben Art, $\frac{180}{1}$.
27. Stühlchen mit verkümmerter Scheibe von *Holothuria imitans* Ludw., von der Seite, $\frac{180}{1}$.
28. Stühlchen mit mehrstöckigem und auch an den Seiten bedorntem Stiel von *Holothuria samoana* Ludw., $\frac{180}{1}$.
29. Vierarmiger Kalkkörper von *Paelopatides aspera* Théel, von oben gesehen.
30. Stühlchen von *Holothuria impatiens* (Forskål), von der Seite.
31. Dasselbe von unten.
32. Schnalle von derselben Art.
33. Stützstäbchen aus einem Füsschen derselben Art.
34. Stühlchen mit dorniger Scheibe von *Holothuria pardalis* Sel., $\frac{180}{1}$.
35. Einseitig entwickelte Schnalle von derselben Art, $\frac{180}{1}$.
36. Keulenförmiges, knotiges Stäbchen von *Holothuria flavo-maculata* Semp.
37. Um die Längsaxe gedrehte Schnalle von *Holothuria pardalis* Sel.
38. Stützstäbchen aus den ventralen Ambulacralanhängen von *Deima validum* Théel.
39. Stützstäbchen aus den ventralen Ambulacralanhängen von *Kolga nana* Théel.
40. Stützstäbchen aus den ventralen Ambulacralanhängen von *Oneirophanta mutabilis* Théel.
41. Stützstäbchen aus den dorsalen Ambulacralanhängen von *Pannychia moseleyi* Théel.

42—44. Stützstäbchen und Uebergangsformen derselben zu den vierarmigen Kalkkörpern der Körperwand aus den ventralen Ambulacralanhängen von *Elpidia rigida* Théel.

Fig. 1—11, 13—15, 20, 23, 24, 29—33 nach Théel (267); Fig. 12 nach Ludwig (160); Fig. 16—19 nach Ludwig (161a); Fig. 21, 22, 25—28, 34, 35 nach Ludwig (147); Fig. 36 und 37 nach Semper (268); Fig. 38—44 nach Théel (266).

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44.

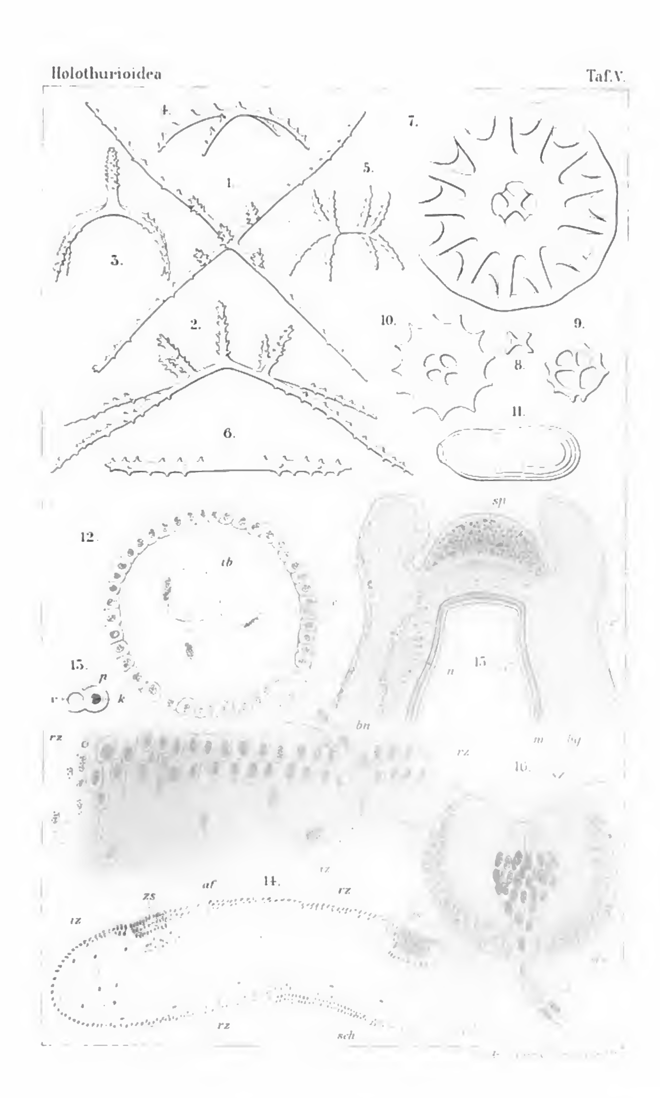
Erklärung von Tafel V.

Holothurioidea; Kalkkörper, Nervensystem.

Fig.

1. Vierarmiger Kalkkörper mit 5 Stachelfortsätzen (4 auf den Armen, 1 in der Mitte) von *Elpidia rigida* Théel.
2. Derselbe von der Seite.
3. Vierarmiger Kalkkörper mit nur einem (centralen) Stachelfortsatz von *Elpidia willemoësi* Théel, von der Seite.
4. Vierarmiger Kalkkörper ohne eigentliche Stachelfortsätze, nur bedornt, von *Psychropotes longicauda* Théel, von der Seite.
5. Vierarmiger Kalkkörper mit 4 (auf den Armen stehenden) Stachelfortsätzen von *Peniagone horrifer* Théel, von der Seite.
6. Bedornter Stab von *Scotoplanes albida* Théel.
7. Grosses Rädchen von *Pannychia moseleyi* Théel, von oben.
8. Erstes Entwicklungsstadium eines solchen.
9. Zweites Entwicklungsstadium eines solchen; Ausbildung der 4löcherigen Nabe des späteren Rades.
10. Ein späteres Entwicklungsstadium eines solchen; die späteren Radspeichen wachsen in Form von Dornen aus der Peripherie der Nabe.
11. Otolith aus einem Hörbläschen von *Elpidia glacialis* Théel, vergr,
12. Schnitt durch ein Hörbläschen von *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.), darunter der schief getroffene Radialnerv. *rz* Randzellen, *iz* Innenzellen des Radialnerven, *hn* Nerv zum Hörbläschen. *e* Epithel, *ib* Inhaltsbläschen des Hörbläschens. $\frac{1000}{1}$.
13. Inhaltsbläschen (Doppelkorn) aus einem Hörbläschen einer *Synapta*-Larve. *p* Protoplasma, *k* Kern, *v* Vacuole der Zelle. $\frac{1100}{1}$.
14. Querschnitt durch einen Radialnerven von *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.). *rz* Randzellen, *iz* Innenzellen, *af* aufrechte Fasern, *zs* Zellsäulen, *sch* Scheidewand. Die Längsfasern erscheinen als feine Punkte zwischen den aufrechten Fasern. $\frac{210}{1}$.
15. Längsschnitt durch eine Ambulacralpapille von *Holothuria polii* Delle Chiaje. *e'* äusseres, *e''* innneres Epithel, *bg* Bindegewebe (Lederhaut), *m* Muskelschicht der Ambulacralpapille, *n* Füsschennerv, *sp* Sinnesplatte, vergr.
16. Längsschnitt durch ein knospenförmiges Sinnesorgan von einem Fühler der *Synapta digitata* (Mont.). *n* Nerv, *stz* Stützzellen, *sz* Sinneszellen, vergr.

Fig. 1—10 nach Théel (266); Fig. 11 nach Théel (263); Fig. 12—24 nach Semon (236); Fig. 15 und 16 nach Hamann (93).


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
sp
tb
p
k
bn
rz
zs
af
sch

wo er $^1/_4$ der Körperlänge erreicht oder noch überschreitet. Bei kleinen Arten ist er manchmal kaum 1 mm lang; bei mittelgrossen *Holothuria*-Arten beträgt seine Länge meistens etwa 4—6—10 mm; kommen an ihm die nachher zu besprechenden Gabelschwänze zur Ausbildung, so verlängert er sich natürlich um deren Länge. Von den beiden grössten bis jetzt bekannt gewordenen Kalkringen kennt man leider die Länge des zugehörigen Thieres nicht; in dem einen dieser Fälle, dem von mir (156) beschriebenen *Phyllophorus magnus* (Ludw.), betrug die Länge des Kalkringes 7 cm, in dem anderen von Moseley (177) beschriebenen*) 3,5 cm.

In der Regel sind die Interradialia kleiner, d. h. kürzer und meistens auch schmäler als die Radialia; seltener sind sie gleichgross oder doch fast gleichgross, so bei manchen Synaptiden, z. B. *Synapta challengeri* Théel, *S. picta* Théel, *S. reticulata* Semp., *Chiridota venusta* Semon und bei einzelnen Dendrochiroten, z. B. *Cucumaria pithacnion* Lamp., *C. tenuis* Ludw., *Thyone lechleri* Lamp., *Phyllophorus drummondii* (Thomps.).

Fast alle Abweichungen von der regelmässigen Zehnzahl der Glieder geschehen durch die Interradialia. Sie sind es, welche sich bei mehr als 10 Gliedern vermehrt haben oder welche bei nur 5 Gliedern in Wegfall gekommen sind, wie sie denn auch entwicklungsgeschichtlich später auftreten als die Radialia.

Mehr als 10 Kalkring-Glieder kommen als regelmässige Erscheinung nur in der Familie der Synaptiden vor und zwar bei fast allen Arten, welche mehr als 10 Fühler besitzen, während bei mehr als 10 Fühler besitzenden Arten anderer Familien keine Vermehrung der Interradialia auftritt. In der Regel sind bei den Synaptiden genau so viele Interradialia vorhanden, dass die Gesammtzahl der Kalkring-Glieder mit der Zahl der Fühler übereinstimmt. Indessen gibt es auch Ausnahmen, sowohl in der Richtung, dass mehr Kalkring-Glieder als Fühler da sind, als auch in der anderen Richtung, dass die Zahl der Kalkring-Glieder von der der Fühler übertroffen wird. Für jenes Verhalten bieten Beispiele: *Chiridota incongrua* Semp. mit 18 Kalkring-Gliedern bei 16 Fühlern und *Chiridota liberata* Sluit. mit 15 Kalkring-Gliedern bei 12 Fühlern; für dieses: *Synapta kallipeplos* Sluit. mit 24 Fühlern, aber nur 10 Kalkring-Gliedern und die Gattungen *Myriotrochus* und *Acanthotrochus* mit 12 Fühlern bei 10 Kalkring-Gliedern. — Als eine abnorme Erscheinung kann aber auch bei Holothurien, die nicht zur Familie der Synaptiden gehören, die Zahl der Kalkring-Glieder vermehrt sein. Dann handelt es sich indessen zugleich um eine Vermehrung der Radien und dementsprechend nehmen nicht nur die Interradialia, sondern auch die Radialia an der Vermehrung Theil. Der einzige derartige bekannte Fall betrifft die *Cucumaria Planci* (Br.), von welcher ich (159) sechsstrahlige Exemplare mit 12gliedrigem, aus 6 Interradialien und 6 Radialien gebildeten Kalkringe beschrieb.

*) Moseley hat offenbar meine Angabe über den Kalkring von *Phyllophorus* (*Thyonidium*) *magnum* übersehen, da er den ihm vorliegenden für den grössten bisjetzt bekannten hält.

Einen Uebergang zum vollständigen Mangel der Interradialia bilden Arten, bei denen diese Kalkstücke zwar noch vorhanden, aber nur sehr schwach entwickelt sind; dabei sind indessen auch die Radialia nur klein und schwach. Solche Arten sind z. B. *Cucumaria laevigata* (Verr.), *C. frondosa* (Gunn.) und die ihr nahestehende *C. miniata* (Br.). Hierhin gehört auch der nur aus 10 kleinen stabförmigen Kalkstückchen gebildete Ring von *Anapta subtilis* Sluit. und der aus 10 kleinen rundlichen Plättchen bestehende von *Holothuria humilis* Sel. Unter den Elasipoden zeichnet sich die Familie der Deimatiden durch ihren schwachen, sehr zerbrechlichen, aber noch 10gliedrigen Kalkring aus; seine einzelnen Glieder sind bei *Laetmogone* und *Ilyodaemon* nur ganz undeutlich, bei *Deima* und *Oneirophanta* etwas deutlicher voneinander abgegrenzt; bei den beiden zuletzt genannten Arten sind auch die Radialia ein wenig kräftiger gebaut als die Interradialia.

Bei weiterer Reduction des Kalkringes kommen die Interradialia ganz in Wegfall, so z. B. bei *Phyllophorus chilensis* (Semp.) und *Cucumaria japonica* Semp. unter den Dendrochiroten und bei *Trochostoma arenicola* (Stimps.) unter den Molpadiiden. Bei den Synaptiden und Aspidochiroten sind derartige Fälle bis jetzt nicht bekannt geworden. Dagegen sind sie bei den Elasipoden eine sehr häufige Erscheinung. Zwar kennt man dort aus der Familie der Psychropotiden nur den Kalkring einer einzigen Art *Euphronides depressa* Théel; dieser aber entbehrt der Interradialia, an deren Stelle in dem die Radialia umgebenden Bindegewebe zahlreiche Kalkkörperchen vorhanden sind. Bei den Elpidiiden ist der Mangel der Interradialia zu einem Merkmal der ganzen Familie geworden. Bei allen bis jetzt bekannten Elpidiiden besteht der ganze Kalkring (VI, 18) nur aus den 5 Radialgliedern. Jedes Radiale selbst (VI, 19) lässt einen Centraltheil und symmetrisch von diesem ausstrahlende Seitenarme erkennen. Die Seitenarme sind von verhältnissmässig erheblicher Länge, endigen abgeflacht, verbreitert, durchlöchert oder verästelt, seltener einfach zugespitzt und gehen niemals netzförmige Verbindungen miteinander ein. Die Zahl der Seitenarme scheint für die einzelnen Arten eine ganz bestimmte oder doch nur innerhalb bestimmter Grenzen schwankende zu sein. So zählt man bei *Elpidia glacialis* Théel (VI, 19), *Irpa abyssicola* Dan. & Kor. und der Gattung *Scotoplanes* Théel jederseits an jedem Radialgliede 4 Seitenarme, bei *Kolga nana* Théel deren 5, bei *Kolga hyalina* Dan. & Kor. 7, bei *Peniagone* 8, bei *Parelpidia elongata* Théel 10—14, bei *Elpidia willemoësi* Théel 10—15. Entweder verbinden sich die 5 Radialia durch theilweise Uebereinanderlagerung ihrer Seitenarme, z. B. bei *Elpidia glacialis* Théel, oder in loserer Weise dadurch, dass nur die äussersten Enden benachbarter Seitenarme aneinanderstossen, z. B. bei *Kolga hyalina* Dan. & Kor. (VI, 18), oder — und das ist das häufigste — sie rücken ganz auseinander, sodass ihre Seitenarme überhaupt nicht mehr in gegenseitige Berührung kommen und nur noch Bindegewebe sie zusammenhält.

Ein vollständiges Fehlen des ganzen Kalkringes (also der Interradialia und der Radialia) ist so selten, dass bei den wenigen Arten, von denen es behauptet wird, nämlich *Cucumaria nigricans* (Br.) und *Pseudocucumis japonica* (Bell), die Vermuthung nahe liegt, dass erneuerte Untersuchungen auch hier einen verkümmerten Kalkring nachweisen werden. Diese Vermuthung wird gestützt durch die Erwägung, dass auch bei *Trochostoma oolithicum* (Pourt.) (= *Embolus pauper* Sel.) und bei *Cucumaria laevigata* (Verr.) der anfänglich vermisste Kalkring später dennoch aufgefunden wurde.

Einfache Formen des Kalkringes ohne Gabelschwänze und mit ungetheilten Gliedern. Die grosse Mannigfaltigkeit, in welcher der Kalkring auftritt, ist vorzugsweise bedingt durch die verschiedene Gestalt der ihn zusammensetzenden Stücke. Diese wird also nunmehr näher zu besprechen sein. Wir sehen aber dabei ab von der Gruppe der Elasipoden, da wir die Form ihrer Kalkringglieder bereits im Vorhergehenden kennen gelernt haben. Am einfachsten ist die Form der Kalkringglieder bei manchen *Chiridota*-Arten, z. B. bei *Ch. venusta* Sem.; Radialia und Interradialia sind hier von annähernd viereckiger Form; nur die hintere Seite des Vierecks ist in der Mitte eingebuchtet, sodass dadurch der ganze Hinterrand wellenförmig wird, während der Vorderrand gerade abgestutzt erscheint. Der Vorderrand der Radialia besitzt in diesen einfachsten Fällen weder eine Einbuchtung noch eine Durchbohrung. Die Aussenfläche eines jeden Kalkringgliedes fällt nach den Seitenrändern, mit welchen die Glieder zusammenstossen, mehr oder weniger ab oder es erhebt sich die Längsmitte der Aussenfläche zu einer vorspringenden Leiste. Diese Leiste kann sich nach vorn über den Vorderrand des einfachen Kalkringes verlängern, z. B. bei vielen *Synapta*- und einzelnen *Chiridota*-Arten, und erscheint alsdann gewöhnlich an den Radialien länger und breiter als an den Interradialien (VI, 3). Dazu kommt, dass dann die Radialia an ihrem Vorderende durchbohrt sind für den Durchtritt der Radialnerven; entweder sind alle fünf Radialia durchbohrt (z. B. bei den meisten *Synapta*-Arten, sowie bei *Myriotrochus* und *Acanthotrochus*) oder, seltener, nur die drei ventralen (z. B. bei *Synapta digitata* [Mont.] und *S. agassizii* Sel.). — Bei den Dendro- und Aspidochiroten besitzt der Kalkring in seiner einfachsten Gestaltung (VI, 4) denselben wellenförmigen Hinterrand wie bei den Synaptiden; auch hier entsprechen die nach vorn gerichteten Einbuchtungen des Hinterrandes immer der Mitte je eines Kalkringgliedes, dagegen die nach hinten gerichteten Ausbuchtungen der Verbindungslinie zwischen zwei benachbarten Gliedern. Am Vorderrande (VI, 4) erscheint jedes Glied bei den hier in Betracht kommenden Dendrochiroten zugespitzt; die Spitze ist an den Interradialien einfach, an den Radialien aber durch einen kurzen Einschnitt (für den Radialnerven) gegabelt. Einem derartigen Kalkringe begegnen wir z. B. bei den Gattungen *Psolus*, *Psolidium*, *Actinocucumis*, *Colochirus*, ferner bei den meisten *Cucumaria*- und manchen *Thyone*-, *Echinocucumis*- und *Pseudo-*

cucumis-Arten. Bei den Aspidochiroten ist in der Regel der Vorderrand der Radialia verhältnissmässig breit und durch einen mittleren Einschnitt in zwei gleichgrosse, breite, kurze, schief abgestutzte Zinken zerlegt (VI, 5—7), während die erheblich kleineren Interradialien nach vorn ähnlich wie bei den Dendrochiroten, eine kurze, einfache, scharfe oder abgerundete Spitze entwickeln. Die beiden Zinken der Radialia können selbst nochmals mit einer seichten vorderen Einbuchtung ausgestattet sein. Der so gebaute einfache Kalkring findet sich vorzugsweise in den Gattungen *Holothuria* und *Müllcria*, bei dieser jedoch gewöhnlich in viel kräftigerer Entwicklung als bei jener.

Kalkringe mit Gabelschwänzen. Wenn sich die Radialia nach hinten verlängern, so geschieht es in der Regel so, dass sich die beiden Ecken ihres Hinterrandes in die Länge ziehen und dadurch als ein gegabelter Schwanz an dem Körper des Radialstückes erscheinen. Die beiden Aeste des Gabelschwanzes sind durch die mittlere Einbuchtung des Hinterrandes des Radialstückes voneinander getrennt. Bald sind sie kurz, zipfelförmig (VI, 10, 15), bald lang, strangförmig (VI, 9, 14, 17). Entweder werden sie durch eine unmittelbare Verlängerung der Radialstücke gebildet (VI, 15) oder aber sie gliedern sich von denselben ab und zerfallen dann selbst wieder in eine geringere oder grössere Zahl von hintereinander geordneten Kalkstückchen (VI, 10, 14, 17). In der Regel sind es nur die Radialstücke, an welchen Gabelschwänze auftreten, seltener auch die Interradialstücke. — Unter den Aspidochiroten kommen Gabelschwänze der Radialia nur ausnahmsweise, z. B. bei *Holothuria princeps* Sel. und *Stichopus japonicus var. typicus* Théel (VI, 11), vor und sind dann ganz kurz und ungegliedert. Bei den Molpadiiden (VI, 15, 15a) sind die Radialia bei allen Gattungen nach hinten in einen Fortsatz verlängert, der an seinem Ende in zwei meist kurze Gabeläste auseinander weicht. Besonders gut entwickelte Gabelschwänze aber treffen wir bei den meisten Dendrochiroten an. Hier sind es namentlich viele Arten der Gattungen *Thyone*, *Phyllophorus**), *Orcula* und *Ocnus*, aber auch *Cucumaria*-, *Echinocucumis*- und *Pseudocucumis*-Arten, welche sich durch gabelschwänzige Radialien auszeichnen. Als Beispiele seien erwähnt aus der Gattung *Thyone*: *Th.* **fusus* (O. F. Müll.), *raphanus* Düb. & Kor., *mirabilis* Ludw., **sacellus* (Sel.), *briareus* (Les.), *venusta* Sel., *gibber* (Sel.), *ovulum* (Sel.), *aurantiaca* (Costa) (VI, 9), **curvata* Lamp., *similis* Ludw., **pedata* Semp.**); aus der Gattung *Phyllophorus*: *Ph.* **occidentalis* (Ludw.), **holothurioides* Ludw., **frauenfeldi* Ludw., **brocki* Ludw., *gracilis* (Sel.), **schmeltzii* (Ludw.), **urna* Grube, *ehrenbergi* (Sel.), **japonicus* (v. Marenz.) (VI, 16), **granulatus* (Grube), **parvus* (Ludw.), **rugosus* (Théel) (VI, 13), **cebuensis* (Semp.)

*) Unter diesem Gattungsnamen fasse ich (161a) die beiden bisher unterschiedenen Gattungen *Thyonidium* und *Phyllophorus* zusammen; vergl. auch den systematischen Abschnitt.

**) Dagegen fehlen die Gabelschwänze z. B. bei *Thyone surinamensis* Semp., *suspecta* Ludw., *spectabilis* Ludw., *rosacea* Semp., *panamensis* Ludw.

(VI, 10)*); aus der Gattung *Orcula*: *O.* **tenera* Ludw. (VI, 17), **cucumiformis* Semp., **hypsipyrga* v. Marenz.; aus der Gattung *Ocnus*: *O. typicus* Théel, *pygmaeus* Semp., *javanicus* Sluit.; ferner *Cucumaria maculata* Semp., *calcigera* (Stimps.), *quinquesemita* Sel., **citrea* Semp., **longipeda* Semp., **conjungens* Semp. (VI, 14), **mirabilis* Théel, *chierchiae* Ludw., *Echinocucumis* **adversaria* Semp., *Pseudocucumis* **africana* (Semp.). Fast bei all' den aufgeführten Dendrochiroten sind die Gabelschwänze zugleich gegliedert, insbesondere bei den mit * bezeichneten; nur selten, z. B. bei *Phyllophorus ehrenbergi* (Sel.) sind sie eine ungegliederte unmittelbare Fortsetzung der Radialstücke. In manchen Fällen, z. B. bei *Phyllophorus japonicus* (v. Marenz.) (VI, 16) und *Ph. rugosus* (Théel) (VI, 13) legen sich die beiden Gabelschwänze ein und desselben Radialgliedes zu einem gemeinschaftlichen Radialfortsatz zusammen. Nicht selten erfährt der hintere, von den Gabelschwänzen gebildete Abschnitt des Kalkringes eine leichte Spiraldrehung, z. B. bei *Thyone sacellus* (Sel.), *Phyllophorus magnus* (Ludw.). Gabelschwänze der Radialia und Interradialia scheinen nur bei einigen *Thyone*-Arten zur Ausbildung gelangt zu sein, z. B. bei *Th. curvata* Lamp. und *lechleri* Lamp.

Kalkringe mit mehrtheiligen Gliedern. Die Zerlegung der Gabelschwänze in eine Anzahl kleinerer Stücke kann sich nach vorn auch auf die Radialia selbst fortsetzen und sich weiterhin auch auf die Interradialia erstrecken. Durch dieses, nur von gewissen Dendrochiroten bekannte Verhalten zerfällt der ganze Kalkring in eine oft erheblich grosse Anzahl kleiner, meist unregelmässig geformter Stücke. Beispiele dafür bieten: *Thyone sacellus* (Sel.), *buccalis* Stimps., *aurantiaca* (Costa) (VI, 9), *gibber* (Sel.), *okeni* Bell, *curvata* Lamp., *Phyllophorus japonicus* (v. Marenz.) (VI, 16), *schmeltzii* (Ludw.), *rugosus* (Théel) (VI, 13), *Orcula tenera* Ludw. (VI, 17), *luminosa* Lamp., *Cucumaria citrea* Semp., *conjungens* Semp. (VI, 14), *semperi* Bell. Falls, wie es meistens geschieht, nur der hintere Abschnitt der Kalkringglieder zerstückelt ist, kann man diesen Stücken, zusammen mit den Gabelschwänzen und deren Stücken, nach Moseley's Vorschlag (177) die Bezeichnung Pharyngealia beilegen und die ungetheilt gebliebenen vorderen Abschnitte der Kalkringglieder als eigentliche Annularia von ihnen unterscheiden. Indessen lässt sich diese Unterscheidung dann nicht mehr durchführen, wenn, wie z. B. bei *Thyone aurantiaca* (Costa) oder *Phyllophorus japonicus* (v. Marenz.) auch der vordere Abschnitt der Kalkringglieder in kleinere Stückchen zerlegt ist. Zugleich zeigen Fälle, wie der zuletzt angeführte, dass die sog. Pharyngealia keine besonderen zu den Annularia hinzugetretenen Skeletelemente sind, sondern durch eine von hinten nach vorne fortschreitende Zerlegung der Annularia in kleinere Theilstücke ihren Ursprung genommen haben. Durch diese Zerlegung wurde die Beweglichkeit des ganzen Kalkringes erheblich gesteigert.

*) Es giebt aber auch *Phyllophorus*-Arten ohne Gabelschwänze an den Radialien, z. B. *Ph. pellucidus* (Flem.) und *Ph. marionii* (v. Marenz.).

Die Verbindung der Kalkringglieder untereinander erfolgt stets durch Bindegewebe, jedoch so, dass der Zusammenhang der Glieder bald ein sehr fester, wenig beweglicher, bald ein mehr oder weniger beweglicher, loser ist. Im ersteren Falle sind die Berührungsflächen der einzelnen Kalkringglieder gewöhnlich verhältnissmässig gross, im letzteren Falle kleiner und weniger dicht zusammenschliessend. Eine eigentliche Gelenkverbindung mit Ausbildung deutlicher Gelenkflächen scheint indessen niemals vorzukommen. Auch sind niemals Muskeln vorhanden, welche von einem Kalkringgliede zu einem anderen gehen. Die Beweglichkeit der Kalkringglieder gegeneinander wird also immer eine passive sein. Bei einzelnen Arten schreitet die enge Verbindung der Kalkringglieder bis zur völligen Verwachsung fort, so z. B. bei *Thyone briareus* (Les.), *Caudina ransonnetii* v. Marenz., *Ankyroderma roretzii* v. Marenz. und den meisten *Mülleria*-Arten. Besonders lose dagegen sind die Kalkringglieder z. B. verbunden bei *Phyllophorus perspicillum* (Sel.), *Ph. marionii* (v. Marenz.), *Cucumaria laevigata* (Verrill), *Ocnus imbricatus* Semp., *O. javanicus* Sluit., *Colochirus scandens* Sluit., *Holothuria humilis* Sel.; bei *Cucumaria exigua* Ludw. sind die Radialia und Interradialia, da wo sie sich berühren, fadenförmig verdünnt und bei *Holothuria pertinax* Ludw. sind es die Interradialia allein, welche durch eine fadenförmige Verdünnung ihrer ganzen Gestalt eine sehr bewegliche Verbindung der Radialia herstellen (VI, 8).

Von besonderem Interesse ist das Auftreten bilateral-symmetrischer Verhältnisse in dem Aufbau des seiner Anlage nach radiärgebauten Kalkringes. Dieselben beziehen sich auf dieselbe dorsoventrale Hauptebene, welche durch die Lage der Geschlechtsöffnung gekennzeichnet ist und mitten durch den Interradius JR5 und den gegenüberliegenden Radius RI geht (vergl. S. 25 und Fig. 1). Entweder kommt die Bilateralsymmetrie des Kalkringes dadurch zum Ausdruck, dass seine Glieder in Form, Grösse und Verbindungsweise sich im ventralen Bezirke des Kalkringes anders verhalten als im dorsalen oder dadurch, dass die Interradialia, falls deren mehr als fünf vorhanden sind, sich auf die einzelnen Interradien ungleich vertheilen. Für diesen letzteren Fall kommen nur die Synaptiden in Betracht, da nur bei ihnen eine Vermehrung der Interradialia auftritt. Beispielsweise sind bei *Synapta digitata* (Mont.) die 7 Interradialia so vertheilt, dass auf jeden der beiden seitlichen dorsalen Interradien deren zwei fallen, dagegen jedem der drei anderen Interradien nur ein Interradiale angehört. Viel mannigfacher sind die Verhältnisse, welche durch Form-, Grössen- und Verbindungsunterschiede der Kalkringglieder einen symmetrischen Bau des Kalkringes herstellen; als derartige Verhältnisse treten auf:

1) (selten) grössere Länge der ventralen Glieder als der dorsalen, z. B. bei *Acanthotrochus* und *Myriotrochus*;

2) (häufig) grössere Kürze der ventralen Glieder, womit sich in der Regel ein engeres Zusammenrücken oder selbst eine Verschmelzung des

mittleren ventralen Radialgliedes und der beiden anstossenden ventralen Interradialglieder gesellt. Nur selten, z. B. bei *Ankyroderma jeffreysii* Dan. u. Kor. ist es allein das mittlere ventrale Radiale, welches sich verkürzt oder, wie bei *Haplodactyla australis* Semp., sich durch kürzere Gabelschwänze von den übrigen Radialien auszeichnet. Ebenso ist es selten, dass ausser dem mittleren auch die beiden seitlichen ventralen Radialia sich von den dorsalen unterscheiden, wie z. B. bei *Stichopus japonicus var. typicus* v. Marenz., wo alle drei ventralen Radialia (VI, 12) der hinteren Gabelfortsätze entbehren, welche den beiden dorsalen Radialien (VI, 11) zukommen. In den meisten Fällen betheiligen sich ausser dem mittleren ventralen Radiale nur die beiden ihm benachbarten Interradialien an der Umbildung, welche zunächst darin besteht, dass die drei soeben genannten Kalkstücke enger zusammenrücken, z. B. bei *Thyone panamensis* Ludw., *Phyllophorus marionii* (v. Marenz.), *Cucumaria exigua* und *ignava* Ludw., dann einen Schritt weiter geht, indem dieselben Kalkstücke zugleich kleiner werden, z. B. bei *Colochirus armatus* v. Marenz., *C. challengeri* Théel und anderen Arten dieser Gattung, sowie bei *Cucumaria chierchiae* Ludw. und *Ocnus imbricatus* Semp., und schliesslich zu einer Verschmelzung jener drei Stücke führt, wie z. B. bei *Cucumaria quinquesemita* Sel., *planci* (Br.), *lefevrii* Barr., *pusilla* Ludw., *chilensis* Ludw., *exigua* Ludw., *Colochirus tuberculosus* (Quoy u. Gaim.), *quadrangularis* (Less.) (VI, 20), *tristis* Ludw., *doliolum* (Pall.), *Thyone raphanus* Düb. u. Kor., *mirabilis* Ludw., *poucheti* Barr. Es sind demnach ausschliesslich dendrochirote Arten, bei welchen die in Rede stehende Umbildung der drei mittleren ventralen Kalkringglieder vorkommt.

3) Auch durch die verschiedene Gestaltung des vorderen Endes der Radialia kann eine Bilateralsymmetrie des ganzen Kalkringes mehr oder weniger scharf zum Ausdrucke kommen, so z. B. bei *Synapta digitata* (Mont.) dadurch, dass nur die drei ventralen Radialia an ihrem Vorderende durchlöchert sind, oder in der Weise, dass wie z. B. bei *Acanthotrochus mirabilis* Dan. u. Kor. und bei *Myriotrochus* die beiden dorsalen Radialia nach vorn eine doppelte, die drei ventralen aber nur eine einfache Spitze entsenden. Complicirter wird die Sache bei einzelnen Molpadiiden und Dendrochiroten, deren Radialia durch einen vorderen Einschnitt nicht in zwei gleiche, sondern in zwei ungleich grosse Zinken zerlegt sind. Derartige Formen sind z. B. *Orcula tenera* Ludw. (VI, 17), *Phyllophorus brocki* Ludw., *cebuensis* (Semp.) (VI, 10), *frauenfeldi* Ludw., *holothurioides* Ludw., *Pseudocucumis acicula* (Semp.), *Trochostoma boreale* (M. Sars), *thomsonii* Dan. u. Kor., *Caudina ransonnetii* v. Marenz. (VI, 15a), *Ankyroderma jeffreysii* Dan. u. Kor., *Haplodactyla molpadioides* Semp. (VI, 15) u. a. Hier kommt es dadurch zu einer Bilateralität, dass die gleichgrossen Zinken an den beiden dorsalen und an den beiden seitlichen ventralen Radialien mit Bezug auf die Medianebene des Thieres symmetrisch sich einander gegenüberliegen, während die Stellung der kleinen und der grossen Zinke an dem mittleren ventralen Radiale congruent ist

mit derjenigen an den beiden rechtsseitigen Radialien. Congruent unter sich sind also einerseits drei, anderseits zwei Radialia; jene drei sind das mittlere ventrale, das rechte ventrale und das rechte dorsale, diese zwei das linke ventrale und das linke dorsale. Der genaue Nachweis für dieses eigenartige Stellungsverhältniss der Zinken, welches in engem Zusammenhange mit dem später zu erörternden Ansatze der Muskeln und der Fühler an den Kalkring steht, ist zwar erst für einige wenige der genannten Arten erbracht worden, so für *Haplodactyla molpadioides* Semp. durch Semper (238), für *Haplodactyla australis* Semp., *Orcula tenera* Ludw. (VI, 17) und *Phyllophorus brocki* Ludw. durch mich (161a u. 161b), doch ist zu erwarten, dass weitere Untersuchungen die oben angegebene Regel auch für andere Arten mit ungleichen vorderen Radialzinken bestätigen werden.

In histologischer Hinsicht ist der Kalkring noch wenig untersucht. Seine Glieder bestehen aus demselben netzförmigen Kalkgewebe, aus welchem die Skeletstücke aller Echinodermen aufgebaut sind. Die Maschen dieses netzförmigen Gewebes sind bald enger, bald weiter und werden nach Baur (10) und Semper (238) von faserfreiem oder faserigem Bindegewebe eingenommen. Hamann (93) hat dieses Bindegewebe bei *Synapta digitata* (Mont.) näher untersucht und als ein netzförmig fibrilläres von ähnlicher Beschaffenheit wie in gewissen Stellen der Körperhaut gefunden, also bestehend aus sternförmigen Zellen, welche durch kurze Ausläufer miteinander anastomosiren.

Ueber die Function des Kalkringes, seine Entwicklung, sowie seine systematische und phylogenetische Bedeutung sind die späteren Kapitel nachzusehen, welche die Physiologie, Entwicklungsgeschichte, Systematik und Phylogenie der Holothurien behandeln.

2. Verbindung des Kalkringes mit der Muskulatur; die Rückziehmuskeln.

Mit dem Kalkringe verbinden sich die Längsmuskeln der Körperwand in der Weise, dass sie sich an das Vorderende der Radialia ansetzen und zwar immer unmittelbar hinter dem Loche oder dem Einschnitte, durch welchen der Radialnerv seinen Weg nimmt. Nicht selten ist diese Ansatzstelle der Längsmuskeln durch eine Vertiefung auf der Aussenfläche der Radialglieder gekennzeichnet. Diese Muskelgrube (Muskeleindruck) liegt in der Regel genau in Mittellinie des Radialgliedes, rückt aber dann, wenn das Radiale ungleiche vordere Zinken besitzt (vergl. S. 87), aus der Mittellinie heraus und folgt dabei, z. B. bei *Haplodactyla molpadioides* Semp. und *H. australis* Semp., der breiteren Zinke, sodass die 5 Muskeleindrücke in derselben gesetzmässigen Weise vertheilt sind, welche ich oben für die Stellung der Zinken angegeben habe.

Da neuerdings Lampert (134) die zwar auch von Semper (238) einmal ausgesprochene, aber später zurückgenommene Behauptung aufgestellt hat, dass in der Familie der Dendrochiroten sich die Längsmuskeln im Gegensatze zu allen Holothurien nicht an den Kalkring inseriren, so muss hervorgehoben werden, dass jene Behauptung auf einem Irrthum beruht und eine derartige Ausnahmestellung der Dendrochiroten keineswegs vorhanden ist.

Dagegen sind die Dendrochiroten dadurch ausgezeichnet, dass sich von jedem ihrer Längsmuskeln ein Muskel abspaltet, welcher sich von der Körperwand loslöst, frei durch die Leibeshöhle hindurchtritt und sich hinter der Insertion des betreffenden Längsmuskels an ein Radialglied des Kalkringes ansetzt. Wie aus der Anordnung dieser Muskeln ohne Weiteres hervorgeht, dienen sie als Rückziehmuskeln des Kalkringes. Bei ihrer meist kräftigen Ausbildung konnten sie schon den älteren Forschern Strussenfelt (252), Gunner (89) und Pallas (195), welchen wir die ersten Mittheilungen über die Anatomie dendrochiroter Holothurien verdanken, nicht verborgen bleiben. Dass sie eine Abspaltung der Längsmuskeln sind, lässt sich aus verschiedenen Gründen erweisen. Erstens gehen sie da, wo sie die Körperwand erreichen, unmittelbar in die Längsmuskeln über*), während diese von derselben Stelle an nach vorn hin entsprechend schwächer sind als nach hinten. Zweitens bleibt mitunter jeder Rückziehmuskel seiner ganzen Länge nach mit dem zugehörigen Längsmuskel in Zusammenhang, sei es durch eine starke muskulöse Platte wie bei *Theelia***) *cataphracta* (Sel.) oder sei es durch eine dünne, muskelfreie, nach Art eines Mesenteriums angeordnete Haut, wie z. B. bei *Phyllophorus perspicillum* (Sel.); bei *Theelia cataphracta* ist offenbar ein älterer, bei *Phyllophorus perspicillum* ein etwas wenig alter Zustand n der allmähligen Abspaltung der Retractoren von den Längsmuskeln dauernd festgehalten. Drittens verschmilzt bei manchen Arten, z. B. bei *Cucumaria frondosa* (Gunn.), die Insertion der Retractoren am Kalkringe mit derjenigen der Längsmuskeln, während sie bei anderen Arten durch einen kürzeren oder längeren Abstand von der Insertion der Längsmuskeln getrennt ist; das letztere Verhalten erscheint dem ersteren gegenüber als das jüngere, später entstandene.

Ebenso wie die Längsmuskeln sind auch die Rückziehmuskeln der Dendrochiroten in der Regel einfach. Mitunter aber zerfällt jeder Rückziehmuskel nach seinem Abgange von dem Längsmuskel in zwei oder mehrere Bündel, die sich in der Nähe des Kalkrings entweder wieder

---

*) Nur bei *Psolus granulatus* Ayr. sollen die beiden dorsalen Rückziehmuskeln nicht von den Längsmuskeln, sondern von einem queren Muskel entspringen. Die betreffende Angabe von Ayres (7, p. 63) bedarf indessen schon wegen ihrer knappen Kürze einer Nachuntersuchung.

**) Wie im systematischen Abschnitte näher begründet wird, halte ich es für nöthig, von der Gattung *Psolus* in ihrem bisherigen Umfange eine neue Gattung abzuzweigen, welcher ich den Namen *Theelia* beilege.

vereinigen, z. B. bei *Phyllophorus japonicus* (v. Marenz.), oder voneinander trennen und sich dann entweder hintereinander, wie z. B. bei *Phyllophorus mollis* (Sel.), oder nebeneinander, wie z. B. bei *Thyone cunninghami* Bell, an den Kalkring ansetzen. Die Stelle, an welcher sich der Rückziehmuskel von dem zugehörigen Längsmuskel abspaltet, liegt zwar bei den verschiedenen Arten in sehr verschiedenem Abstande vom vorderen Körperende, überschreitet aber nach vorn nur selten die Grenze des ersten Körperviertels, nach hinten fast nie die Körpermitte*). Besonders häufig bezeichnet die Gegend zwischen dem ersten und zweiten Körperdrittel die Ursprungsstelle der Retractoren. Im Allgemeinen erscheint das zweite Körperviertel als der Bereich, in welchem sie ihre Entstehung nehmen. In der Regel sind sie bei demselben Thiere unter sich gleichlang, sodass also ihre Abgangsstellen von den Längsmuskeln auf demselben Körperquerschnitte liegen. Doch giebt es einige *Psolus*-Arten, bei welchen schon die ersten Beobachter eine ungleiche Länge der Retractoren festgestellt haben, so Strussenfelt (252) für *Psolus phantapus* und Koren (119) für *Ps. squamatus*; bei jener Art reichen die zwei dorsalen Retractoren bis zum hinteren Körperabschnitte, dagegen die drei ventralen nur bis an die vordere Grenze der Bauchsohle.

Während die Retractoren keiner bis jetzt bekannten dendrochiroten Holothurie fehlen, sind sie bei den Aspidochiroten und Elasipoden nirgends, bei den Molpadiiden nur bei zwei, bei den Synaptiden aber bei mehreren Arten zur Ausbildung gelangt. Jene beiden Molpadiiden sind *Molpadia chilensis* J. Müll. und *M. australis* Semp.; da sie allein die Gattung *Molpadia* in ihrer jetzigen Begrenzung bilden, ist der Besitz der Retractormuskeln von Semper in die Diagnose dieser Gattung aufgenommen worden**). Bei beiden Arten sind die Längsmuskeln paarig und es spalten sich dementsprechend auch die Retractoren als fünf Paare von ihnen ab. Bei *Molpadia australis* Semp. stehen sie ähnlich wie bei manchen Dendrochiroten durch ein bindegewebiges Septum in Verbindung mit der Körperwand. Unter den Synaptiden hat schon Joh. Müller (184) des Vorkommens einer retractorenähnlichen Bildung bei *Synapta beselii* Jäg. gedacht und Grube (83) die viel deutlicher ausgebildeten Rückziehmuskeln von *Chiridota discolor* Eschsch. beschrieben. Später hat dann auch M. Sars (222) auf das gleiche Verhalten der *Chiridota laevis* (Fabr.) aufmerksam gemacht, was Duncan u. Sladen (56) bestätigten, und ich selbst (153) war in der Lage bei einer anderen Art, *Chiridota rotifera* (Pourt.), die Rückziehmuskeln nachzuweisen. Wo sie bei Synaptiden vorkommen, sind sie ebenso wie die Längsmuskeln einfach. Bei *Chiridota rotifera* sind sie sehr kurz, dagegen erreichen sie bei *Ch. discolor* und *Ch. laevis* $^1/_7$ der Körperlänge; bei *Ch. discolor* scheinen sie die Leibes-

*) Diese Angaben beziehen sich auf conservirte Thiere mit zurückgezogenem Schlundkopfe.

**) Rudimentäre Retractoren werden aber auch von einigen Arten der Gattungen *Haplodactyla* und *Trochostoma* angegeben.

höhle frei zu durchsetzen, während sie bei *Ch. rotifera* durch eine bindegewebige, bei *Ch. laevis* durch eine muskulöse Membran mit der Körperwand, d. h. mit den Längsmuskeln, in Zusammenhang bleiben. Es spricht also auch das Verhalten bei den Synaptiden und der Gattung *Molpadia* dafür, dass sie hier wie bei den Dendrochiroten Abspaltungen der Längsmuskulatur sind.

VII. Wassergefässsystem.

Das Wassergefässsystem der Seewalzen ist erst durch Tiedemann's (273) grundlegende Arbeit in seinem Zusammenhange erkannt worden, wenngleich einzelne seiner Theile, z. B. die Poli'sche Blase und die Fühlerampullen schon von den Forschern des vorigen Jahrhunderts beobachtet worden waren. Tiedemann gebraucht aber den jetzt allgemein üblichen Namen „Wassergefässsystem" noch nicht, sondern nennt dasselbe „Gefässsystem der Tentakeln, der Füsschen und der Haut" oder kürzer auch nur „Gefässsystem der Haut". Jäger (110) wendet die Bezeichnung locomotorisches Gefässsystem an (systema vasorum locomotoriorum) und Quatrefages (210) beschreibt die Wassergefässe der *Synapta* als appareil circulatoire. Der Ausdruck Wassergefässsystem, système aquifère, scheint von L. Agassiz*) herzurühren und tritt in der deutschen Literatur erst mit v. Siebold's (240) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie auf. Nachdem dann auch Joh. Müller diesen Namen für das von ihm anfänglich als „ambulacrales Gefässsystem" bezeichnete Organsystem angenommen hatte, kam derseloe sehr rasch in allgemeine Aufnahme.

Das ganze Wassergefässsystem stellt ein zusammenhängendes System dünnwandiger Röhren dar, welches von einem den Schlund umkreisenden Ringkanale ausgeht, sich unter und in der Haut der radialen Körperregionen ausbreitet und in der Regel mit der Leibeshöhle, seltener mit der Aussenwelt in offener Verbindung steht. Die Wandung des mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllten Systemes ist in den meisten Abschnitten desselben muskulös (an den meisten Stellen durch Längsmuskelfasern) und an ihrer Innenseite überall von einem Wimperepithel bekleidet. Im Umkreis des Mundes und im Bereiche der Radien treten Aeste des Wassergefässsystemes in die Fühler und in die sog. Füsschen ein und verleihen diesen Gebilden den Charakter von äusseren Anhängen des Wassergefässsystemes. Ihnen wollen wir im Folgenden, unter 1. und 2., zunächst unsere Aufmerksamkeit zuwenden und dann erst zu einer Betrachtung der äusserlich nicht sichtbaren Theile des Wassergefässsystemes übergehen. Als solche werden wir zu beachten haben: 3. den Ringkanal, 4. die an dem Ringkanale hängenden, sog. Poli'schen Blasen, 5. die vom Ringkanal abgehenden Radialkanäle, 6. die von diesen oder vom Ringkanale

*) Comptes rendus 1847, p. 677.

entspringenden **Fühlerkanäle**, 7. die an den Fühlerkanälen vorkommenden **Fühlerampullen**, 8. die von den Radialkanälen abgehenden **Füsschenkanäle**, 9. die den Füsschenkanälen anhängenden **Füsschenampullen**. Nachdem wir dann 10. die **morphologischen Beziehungen der Fühler zu den Füsschen** erörtert haben, werden wir weiterhin 11. in dem sog. **Steinkanal** den Verbindungsgang des Ringkanales mit der Leibeshöhle oder der Aussenwelt kennen lernen und schliesslich 12. die **Inhaltsflüssigkeit** des ganzen Systemes näher ins Auge fassen. — In Betreff der Function und Entwicklung des Wassergefässsystemes sind die Kapitel über die Physiologie und die Ontogenie nachzusehen.

1. Fühler.

Die Fühler (Tentakel) der Seewalzen wurden, nachdem schon Belon (26) ihrer erwähnt und Rondelet (216) sie von einer Aspidochiroten-Art abgebildet hatte, zuerst von Bohadsch (30) und Gärtner (68) etwas genauer nach Form und Zahl beschrieben. Auch Bianchi (205) war mit denselben nicht unbekannt geblieben. Strussenfelt (252) und Gunner (89), sowie Forskal (65, 66) fügten weitere Beobachtungen hinzu und so konnten bereits Pennant (199) und O. F. Müller (189) den Besitz von Fühlern im Umkreis des Mundes in die Diagnose der damaligen Gattung *Holothuria* aufnehmen Dass sie damit das Richtige getroffen, beweist die Thatsache, dass bis heute keine einzige Art bekannt geworden ist, welche der Fühler ganz entbehrt. — Im Folgenden wollen wir der Reihe nach die Zahl- und Grössenverhältnisse der Fühler, ihre Anordnung und ihren feineren Bau betrachten, ihre Function dagegen, Entwicklung, systematische und phylogenetische Bedeutung späteren Kapiteln vorbehalten.

a. Zahl. Die Zahl der Fühler beträgt mindestens 10, höchstens 30, am häufigsten 10, 12, 15 oder 20, seltener eine andere zwischen 10 und 30 gelegene Ziffer. Wenn man absieht von dem häufigen Vorkommen von 12 Fühlern in der Familie der Synaptiden, so ist die Fühlerzahl in der Regel ein Vielfaches von 5. Im Grossen und Ganzen lassen die einzelnen Familien eine gewisse Vorliebe für eine bestimmte Zahl von Fühlern erkennen; so waltet bei den Synaptiden die Zahl 12, bei den Elpidiiden und den meisten Dendrochiroten die Zahl 10, bei den Molpadiiden die Zahl 15, bei den Deimatiden und Aspidochiroten die Zahl 20 vor. Die Fühlerzahl 10 findet sich niemals bei den Molpadiiden, Deimatiden und Aspidochiroten, die Zahlen 12 und 15 nie bei den Aspidochiroten, die Zahl 20 nie bei den Molpadiiden, Zahlen zwischen 20 und 30 nie bei den Molpadiiden und Elasipoden. Die grösste Mannigfaltigkeit in der Fühlerzahl zeigen die Dendrochiroten (10—30) und Synaptiden (10—27), dann folgen die Aspidochiroten (18—30), dann die Elasipoden (10—20) und zuletzt die Molpadiiden (12?—15). — Im Einzelnen ist die Vertheilung der Fühler der Zahl nach die folgende:

10 Fühler haben: unter den Synaptiden die Gattungen *Trochoderma* und *Rhabdomolgus*, sowie einzelne *Synapta*- und *Chiridota*-Arten, z. B. *Synapta reticulata* Semp., *similis* Semp., *lactea* Sluit., *psara* Sluit., *Chiridota japonica* v. Marenz., *venusta* Sem., *australiana* Stimps.; unter den Elpidiiden alle Gattungen mit alleiniger Ausnahme von *Enypniastes* mit wahrscheinlich 20 und *Achlyonice* mit 12 (oder 11?) Fühlern; unter den Psychropotiden nur *Psycheotrephes exigua* Théel und *Psychropotes loveni* Théel; endlich unter den Dendrochiroten die Gattungen *Psolus*, *Psolidium*, *Colochirus*, *Ocnus*, *Thyone*, *Cucumaria*, *Rhopalodina*.

11 Fühler besitzt regelmässig *Synapta tenera* Norm.

12 Fühler haben: unter den Synaptiden die Gattungen *Anapta*, *Myriotrochus* und *Acanthotrochus*, viele *Chiridota*-Arten, z. B. *Ch. laevis* (Fabr.), *discolor* Eschsch., *rotifera* (Pourt.), *contorta* Ludw., und zahlreiche *Synapta*-Arten, z. B. *S. digitata* (Mont.), *inhaerens* (O. F. Müll.); unter den Molpadiiden vielleicht *Caudina caudata* (Sluit.) und einzelne Exemplare von *Molpadia chilensis* J. Müll.; unter den Elasipoden nur die Gattung *Achlyonice* aus der Familie der Elpidiiden und vielleicht auch die Psychropotiden-Art *Benthodytes selenkiana* Théel.

13 Fühler scheinen bei einigen *Synapta*-Arten Regel zu sein, z. B. bei *S. indivisa* Semp., *recta* Semp., *uncinata* Hutton, *striata* Sluiter.

14 Fühler sind bei einem Exemplare von *Synapta vittata* (Forsk.) beobachtet worden.

15 Fühler finden sich unter den Synaptiden bei manchen *Synapta*-Arten, z. B. *S. beselii* Jäg., *vittata* (Forsk.), *nigra* Semp., *glabra* Semp., *serpentina* J. Müll., *lappa* J. Müll.; unter den Molpadiiden bei allen Gattungen und Arten mit alleiniger Ausnahme der angeblich nur 12 fühlerigen *Caudina caudata* Sluit.; unter den Deimatiden bei den Gattungen *Laetmogone* und *Ilyodaemon*; unter den Psychropotiden bei 3 *Benthodytes*-Arten: *B. abyssicola*, *sordida* und *mamillifera* Théel; unter den Dendrochiroten bei den Gattungen *Orcula* und *Theelia*.

16—19 Fühler kommen vor bei einzelnen *Synapta*- und *Chiridota*-Arten, z. B. 14—16 bei *Synapta godeffroyi* Semp., 16 bei *Chiridota incongrua* Semp., 17—18 bei *Ch. variabilis* Semp., 18 bei *Ch. vitiensis* Gräffe und *Ch. dubia* Semp., 19 bei *Ch. panaensis* Semp.; ferner unter den Psychropotiden 16 bei *Psychropotes semperiana* Théel, 18 bei *Psychropotes longicauda*, *Benthodytes sanguinolenta* und *Euphronides depressa* Théel; unter den Aspidochiroten bei einzelnen *Stichopus*-Arten, z. B. 18 bei *St. möbii* und *naso* Semp., 19 bei *St. errans* Ludw.; unter den Dendrochiroten bei einzelnen Exemplaren der Gattungen *Phyllophorus*, *Actinocucumis* und *Pseudocucumis*.

20 Fühler werden unter den Synaptiden nur von zwei schlecht bekannten Arten, *Synapta tenuis* (Quoy u. Gaim.) und *Chiridota rubeola* (Quoy u. Gaim.) angegeben; unter den Elasipoden sind 20 Fühler vertreten bei den Deimatiden-Gattungen *Oneirophanta*, *Deima*, *Orphnurgus* und *Pannychia*, ferner bei zwei Psychropotiden *Benthodytes papillifera* und

typica Théel und wahrscheinlich bei der einen Elpidiide *Enypniastes eximia* Théel; unter den Aspidochiroten haben weitaus die meisten *Holothuria-*, *Mülleria-* und *Stichopus*-Arten, sowie die übrigen Gattungen: *Labidodemas*, *Paelopatides* und *Pseudostichopus* 20 Fühler und endlich unter den Dendrochiroten die meisten Arten der Gattungen *Phyllophorus*, *Actinocucumis* und *Pseudocucumis*.

Mehr als 20, bis 30 Fühlern begegnen wir unter den Synaptiden nur bei *Synapta kefersteinii* Sel. mit 15—27 und *S. kallipeplos* Sluit. mit 24 Fühlern. Zahlreicher sind derartige Arten unter den Aspidochiroten; so besitzt *Holothuria gräffei* Semp. 24—25, *H. samoana* Ludw. 25, *H. flavo-maculata* Semp. 26—30, *H. immobilis* Semp. 25—30, *H. discrepans* Semp. und *H. caesarea* Ludw. 30, *Mülleria mauritiana* (Quoy u. Gaim.) 25, *M. agassizii* Sel. 25—27 Fühler. Unter den Dendrochiroten ist es ausser *Phyllophorus mollis* (Sel.), welcher mitunter 21 Fühler besitzt, nur die Gattung *Pseudocucumis*, bei welcher mehr als 20, bei *Pseudocucumis intercedens* Lamp. sogar bis 30 Fühler auftreten.

Während die meisten Gattungen und Arten eine bestimmte Fühlerzahl mit grösster Regelmässigkeit festhalten, giebt es andere, bei welchen die Zahl im Inneren der Gattungen und Arten geringeren oder grösseren Schwankungen unterliegt. Solche Gattungen sind insbesondere *Synapta* mit 10—25, *Chiridota* mit 10—20, *Benthodytes* mit 15—20, *Psychropotes* mit 10—18, *Holothuria* mit 20—30, *Mülleria* mit 20—27, *Phyllophorus* mit 16—21, *Pseudocucumis* mit 18—30 Fühlern. Beispiele von Arten mit schwankender Fühlerzahl sind: *Synapta kefersteinii* Sel. mit 15—27, *Chiridota discolor* Eschsch. mit 11—15, *Ch. rufescens* (Br.) mit 15—20, *Holothuria immobilis* Semp. mit 25—30, *H. flavo-maculata* Semp. mit 26—30, *Mülleria agassizii* Sel. mit 25—27, *Phyllophorus mollis* (Sel.) mit 16—21 und *Pseudocucumis intercedens* Lamp. mit 18—30 Fühlern.

b. **Grösse.** Durchgängig haben die Fühler im Vergleiche zum Körper eine mässige Grösse; namentlich gilt das für die Synaptiden, Elasipoden und Aspidochiroten. Dagegen sind die Fühler der Molpadiiden auffallend klein, während sie bei den Dendrochiroten ihre grösste Länge erreichen und bei einzelnen Arten derselben, z. B. bei *Psolus squamatus* (Düb. u. Kor.), bei vollständiger Ausstreckung so lang werden wie der ganze Körper. In den meisten Fällen sind alle Fühler desselben Exemplares unter sich von gleicher Grösse, doch ist auch ungleiche Grösse der Fühler keine Seltenheit und findet sich sogar bei den meisten Dendrochiroten als regelmässige Erscheinung. Bei anderen Familien dagegen kommen ungleiche grosse Fühler nur ausnahmsweise vor, entweder als individuelle Abweichung, so z. B. bei *Holothuria marenzelleri* Ludw., *Synapta kallipeplos* und *psara* Sluit., oder als Eigenthümlichkeit jugendlicher Thiere, so bei manchen Elasipoden. Bei den Dendrochiroten kann der Unterschied der grossen und kleinen Fühler ein recht erheblicher sein, sodass jene oft 4—5 mal so lang sind wie diese. Für die kleineren Fühler atteh Dalyell (48) den Namen „Antennulae" in Vorschlag gebracht, der aber keine Aufnahme gefunden hat.

Für die mit 10 Fühlern ausgestatteten Dendrochiroten gilt die Regel, dass, wie schon Dicquemare (51) an seiner „Fleurilardé“ feststellte, 8 grössere und 2 kleinere vorhanden sind. Ausgenommen davon sind nur einige wenige *Cucumaria*-Arten, z. B. *C. frondosa* (Gunn.) und *C. köllikeri* Semp., und fast alle Arten der Gattung *Psolus*. Mitunter kommt es vor, dass unter den 10 Fühlern nicht zwei, sondern nur einer kleiner ist, z. B. *Cucumaria punctata* Ludw. und *Psolus regalis* Verrill.

Unter den mit mehr als 10 (15—20—30) Fühlern versehenen Dendrochiroten sind ebenfalls die Fühler nur selten, z. B. bei *Theclia cataphracta* (Sel.) und einzelnen Exemplaren von *Phyllophorus mollis* (Sel.), gleichgross. In der Regel sind sie sehr ungleich an Grösse; bei 15 Fühlern sind alsdann 5 kleinere, bei mehr als 15 5—10 kleinere vorhanden.

c. **Anordnung.** Gewöhnlich sind die Fühler in der Weise angeordnet, dass sie dem Rande der Mundscheibe entlang einen einfachen Kreis um den Mund herum bilden. Nur bei den Dendrochiroten-Gattungen: *Phyllophorus*, *Pseudocucumis* und vielleicht auch *Actinocucumis* rücken die kleineren Fühler alle oder zum Theil dem Munde näher als die übrigen und bilden so einen zweiten, inneren Kreis. Es wird ausserdem noch von einer Synaptide, *Synapta bifaria* Semp., von Herapath (97) ein zweiter innerer Fühlerkreis angegeben; indessen hat sich diese, auch sonst unzureichend bekannte Art bis jetzt jeder Nachprüfung entzogen, sodass jene Behauptung eines zweiten Fühlerkreises bei einer Synaptide einstweilen auf sich beruhen bleibt. Und nicht besser steht es um die angebliche Verdoppelung des Fühlerkranzes bei der gleichfalls nur mangelhaft bekannten *Holothuria hilla**) Less., sowie bei *Holothuria verrucosa* Sel.

Bei gleichgrossen, in einem einfachen Kreise stehenden Fühlern sind dieselben bei einer Gesammtzahl von 10, 15, 20 und mehr in der Regel in der Weise vertheilt, dass jedem Fünftel des Mundscheibenrandes gleichviele Fühler angehören. Dieses dem radiären Bauplane entsprechende Verhältniss macht aber einem bilateral-symmetrischen Platz, wenn wie bei *Myriotrochus* und zahlreichen *Synapta*- und *Chiridota*-Arten, z. B. *Synapta digitata* (Mont.) und *Chiridota rotifera* (Pourt.) im Ganzen 12 Fühler vorhanden sind und sich so vertheilen, dass den beiden seitlichen dorsalen Interradien je drei, den drei übrigen Interradien aber nur je zwei Fühler zufallen.

Bilden acht grössere und zwei kleinere Fühler den Fühlerkranz, so stehen die zwei kleineren immer ventral, rechts und links von dem mittleren ventralen Radius. Die einzige dieser Regel widersprechende Angabe von Anderson (5), welche sich auf eine ungenügend beschriebene und von Lampert als *Colochirus andersoni* bezeichnete Art bezieht, dürfte wohl sicher auf einem Irrthum beruhen. Durch die ventrale Stellung

*) Diese Art wird seit Jäger (110) als *H. lilla* aufgeführt und Lampert (134) glaubt das noch nachträglich durch die Annahme begründen zu müssen, es liege bei Lesson ein Druckfehler vor. Der Name hilla ist aber von Lesson (318) ganz gut gewählt und bedarf gar keiner Verbesserung, denn er bezeichnet eine Wurstsorte der alten Römer.

der zwei kleineren Fühler bekommt die ganze Fühleranordnung wieder einen bilateralsymmetrischen Ausdruck. Dasselbe kann bei der 12fühlerigen *Synapta psara* Sluit. dadurch erreicht werden, dass ein überzähliger dreizehnter Fühler auftritt, der kleiner ist als die übrigen und eine ventrale Stellung einnimmt.

Sind fünf oder noch mehr kleinere Fühler vorhanden, so wechseln dieselben entweder, wie bei *Actinocucumis, Phyllophorus frauenfeldi* Ludw. und manchen Exemplaren von *Pseudocucumis intercedens* Lamp., in unregelmässiger Weise mit den grösseren ab oder aber sie ordnen sich nach bestimmten Regeln. So z. B. sind bei *Orcula* die fünf kleineren durch je ein Paar grössere voneinander getrennt und können dabei, z. B. bei *Orcula tenera* Ludw., zugleich etwas weiter vom Munde entfernt stehen als die grösseren, sodass sie einen zweiten, äusseren Fühlerkreis andeuten. — Bei einem mit 30 Fühlern ausgestatteten Exemplare von *Pseudocucumis intercedens* Lamp. wechseln fünf Paar kleinere mit je vier grösseren ab und bilden zugleich den schon oben erwähnten, zweiten, inneren Fühlerkreis. — Bei *Phyllophorus schmeltzii* (Ludw.), *cebuensis* (Semp.)

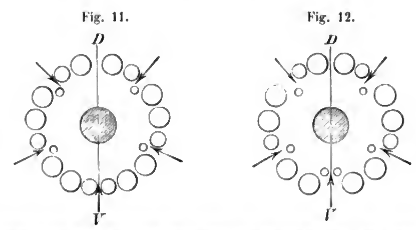


Fig. 11. Schema über die Anordnung der grossen (und mittelgrossen) und kleinen Fühler bei *Pseudocucumis africana* (Semp.).

Fig. 12. Desgleichen von *Pseudocucumis acicula* (Semp.). Der mittlere schraffirte Kreis bedeutet die Lage der Mundöffnung, *DV* die Lage der dorso-ventralen Medianebene, die nicht schraffirten Kreise die Lage und relative Grösse der Fühler, die Pfeile die Richtung der Radien.

und vielen anderen Arten dieser Gattung wechseln fünf Paar grosse mit fünf Paar kleinen. — Bei *Pseudocucumis africana* (Semp.) und *acicula* (Semp.) sind grosse (mittelgrosse) und kleine Fühler in bilateralsymmetrischer Weise so vertheilt, wie es die beiden Holzschnitte 11 und 12 erläutern.

Aus diesen Figuren geht gleichzeitig hervor, was auch für die anderen vorhin aus den Gattungen *Pseudocucumis* und *Phyllophorus* angeführten Beispiele gilt, dass nämlich die kleinen Fühler immer den Radien zunächst liegen, dagegen die grösseren in ihrer Stellung den Interradien entsprechen. Wir werden später, bei Betrachtung der in die Fühler eintretenden Wasser-

gefässäste (S. 121) sehen, dass in der Beziehung der letzteren zu den sie stützenden Gliedern des Kalkringes ähnliche Verhältnisse sich geltend machen.

d. **Form.** Die einfachste Gestalt der Fühler ist die eines langgestreckten Kegels mit gleichmässig glatter Oberfläche. Von dieser etwa fingerförmigen Grundform, bei welcher indessen die Fühler nur selten, z. B. bei *Haplodactyla molpadioides* Semp. (VII, 1), verharren, geht ihre Gestaltung nach drei verschiedenen Richtungen auseinander, indem sie entweder eine gefiederte oder eine schildförmige oder eine baumförmige Ausbildung erfährt.

1. Gefiederte Fühler (*tentacula pinnata*) kommen vorzugsweise bei den beiden Familien der Molpadiiden und Synaptiden vor. Sie entstehen dadurch, dass die gestreckt-kegelförmige Grundgestalt zwei einander gegenüber stehende Längsreihen von einfachen, bald kürzeren, bald längeren Nebenästen entwickelt. Diese Nebenäste oder Fiederäste sind lappen-, finger- oder lanzettförmig und regelmässig so vertheilt, dass in jeder der beiden Längszeilen gleichviele stehen. Sind die Nebenäste nur in geringer Zahl vorhanden, so entspringen sie immer in der Nähe der Fühlerspitze und man bezeichnet dann die Fühler wohl auch als gefingerte (tentacula digitata, VIII, 1), während sie bei grösserer Anzahl den Fühler von der Spitze bis zur Wurzel besetzen und so demselben ein deutlich federförmiges Aussehen (VII, 4) geben. Gewöhnlich sind die benachbarten Fiederäste vollständig voneinander getrennt, seltener durch eine feine Membran verbunden, z. B. bei *Synapta nigra* und *S. glabra* Semp. Die Zahl der Nebenäste scheint nach einigen Beobachtungen von Danielssen und Koren (50), Duncan und Sladen (56) und Semon (235), mit dem Alter in proximaler Richtung zuzunehmen und ist überhaupt je nach den Gattungen und Arten recht verschieden. So besitzen z. B. die Fühler von *Ankyroderma* und von *Trochostoma thomsonii* Dan. und Kor. (VII, 2) jederseits nur einen kurzen, gerundeten Nebenast dicht an der gleichfalls gerundeten Spitze des Fühlers, welche infolge dessen dreitheilig aussieht. Bei einer anderen *Trochostoma*-Art, *Tr. arcticum* (v. Marenz.), kann sich die Zahl der Nebenäste bereits auf jederseits drei vermehren (VII, 3). Noch zahlreicher sind sie bei den meisten Synaptiden; so besitzt z. B. *Chiridota liberata* Sluit. jederseits 4, *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) jederseits 5—7, *S. reticulata* Semp. 5—6, *S. indivisa* Semp. und *Chiridota vitiensis* Gräffe 10, *Ch. rufescens* (Br.) 11—12, *Synapta lactea* Sluit. 14—15, *Chiridota panaensis* Semp. 15—16, *Synapta polii* Ludw. sogar 30. Daneben gibt es aber auch Synaptiden mit nur zwei Paar Nebenästen, z. B. *Synapta digitata* (Mont.), *molesta*, *dubia*, *similis* Semp. Bei vielen Chiridoten ist der Hauptstrahl des Fühlers, soweit er Nebenstrahlen trägt, etwas verbreitert und von seinem dann als Stiel erscheinenden basalen Theile abgesetzt. Dadurch nähert sich die Gesammtform des Fühlers etwas der gleich zu betrachtenden schildförmigen der Aspidochiroten und wird deshalb wohl auch als peltato-digitat bezeichnet. Der distale Theil der Chiridotenfühler wird auch „Händchen" genannt und kann bei manchen Arten, z. B. *Chiridota panaensis* Semp. und *vitiensis* Gräffe

nach aussen zusammengeklappt und in die scheidenförmige Basis des Fühlers zurückgezogen werden (VII, 5).

2. Schildförmige Fühler *(tentacula peltata)* sind charakteristisch für die Familie der Aspidochiroten. Sie lassen einen Stiel und eine Scheibe unterscheiden. Letztere stellt eine endständige, mit einem Schilde vergleichbare Verbreiterung des Fühlers vor, welche am Rande gekerbt oder in primäre und sekundäre Lappen und Läppchen zerlegt ist (VII, 7). Bei den Elasipoden, deren Fühler sich ebenfalls als schildförmig bezeichnen lassen, ist die Endscheibe (VII, 6) nicht immer so kräftig ausgebildet und scharf abgesetzt wie bei den meisten Aspidochiroten; an ihrem Rande können die Fortsätze fehlen oder sie sind stummelförmig oder einfach fingerförmig oder (selten) verästelt.

3. Baumförmige Fühler *(tentacula arborescentia)* kennzeichnen sich dadurch, dass der Stamm des Fühlers sich entweder von der Wurzel an oder erst in einigem Abstande von derselben in Aeste auflöst, welche selbst wieder sich weiter verästeln und verzweigen (VII, 8). Die feinen Endzweige tragen häufig, z. B. bei *Phyllophorus urna* Grube, an ihrer Spitze eine läppchenförmige Verbreiterung. Seltener, z. B. bei *Ocnus pygmaeus* Semp., endigt jeder Fühlerast mit einer Gruppe kurzer cylindrischer Anhänge, die an ihrem freien Ende ähnlich wie die Ambulacralfüsschen abgestutzt und vertieft sind (ohne jedoch wie diese ein kalkiges Endscheibchen zu enthalten).

e. **Bau.** Der feinere Bau der Fühler ist besonders durch Semper (238), Jourdan (114) und Hamann (92 und 93) bekannt geworden. Zugleich haben die genannten Forscher einige frühere Angaben von Quatrefages (210) und Baur (10) berichtigt. Von aussen nach innen lassen sich im Aufbau der Fühler die folgenden Schichten unterscheiden.

1. Die Haut, welche in ihrer Zusammensetzung ganz der Haut des übrigen Körpers entspricht, von der sie ja eine unmittelbare Fortsetzung darstellt. Wie dort (s. S. 31) zerfällt auch hier die Haut in eine Cuticula, eine Epithellage und eine Cutislage. Das Epithel verhält sich nur an den Endläppchen der Fühler — bei den Dendro- und Aspidochiroten; bei den Molpadiiden und Elasipoden ist es an diesen Stellen noch nicht näher untersucht — anders als sonst, indem es sich an der Bildung der dort befindlichen Sinnesplatten (s. S. 73) in wesentlicher Weise betheiligt; bei den Synaptiden finden sich ähnliche Modificationen des Fühlerepithels in dem Aufbaue der früher besprochenen Sinnesknospen (s. S. 73) und Tastpapillen (s. S. 75, 76). Die Cutis der Fühler ist meistens kräftig entwickelt, lässt mitunter, z. B. bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) eine äussere, lockere und eine innere, derbe Lage unterscheiden und beherbergt die schon früher (S. 54) erwähnten Kalkkörper, die bei manchen Dendrochiroten in dem basalen Abschnitt des Fühlers so reichlich auftreten können, dass sie demselben eine gewisse Starrheit verleihen. Gegen die folgende Schicht ist die Cutislage nach Semper durch eine feine hyaline Membran begrenzt, welche indessen von den späteren Forschern nicht erwähnt wird.

2. Die Muskelschicht, welche ausschliesslich aus Längsmuskelfasern gebildet ist. Allerdings hat schon Quatrefages behauptet, dass bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) nach aussen von der Längsmuskulatur eine schwer wahrnehmbare Ringmuskellage vorhanden sei und es haben Baur für *Synapta digitata* (Mont.) und neuerdings Danielssen und Koren (50) für *Irpa abyssicola* und *Trochostoma thomsonii* die gleiche Behauptung wiederholt. Indessen haben weder Semper, Jourdan und Hamann, noch auch Teuscher (261), ich (153), Semon (236) und Vogt und Yung (284) jene angebliche Ringmuskelschicht aufzufinden vermocht. Ebenso verhält es sich in Betreff der Tiedemann'schen (273) Angabe, dass bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) nach innen von der Längsmuskulatur eine Ringmuskelschicht vorhanden sei.

3. Das innere Epithel, welches den zum Wassergefässsystem gehörigen Innenraum des Fühlers und seiner Nebenästchen, Fortsätze und Verzweigungen auskleidet. Dasselbe ist wie im übrigen Wassergefässsystem ein Wimperepithel und wird des Näheren bei *Synapta digitata* von Hamann als ein einfaches Plattenepithel, bei *Trochostoma thomsonii* von Danielssen und Koren als ein cylindrisches Epithel beschrieben.

Zwischen der Cutisschicht und der Längsmuskelschicht des Fühlerstieles fand Jourdan bei *Holothuria tubulosa*, was Vogt und Yung für *Cucumaria planci* (Br.) bestätigten, eine mit Cölomflüssigkeit erfüllte und von bindegewebigen Brücken durchsetzte Lacune, auf welche wir später bei Betrachtung der Leibeshöhle und ihres Inhaltes zurückkommen müssen. Ferner trifft man zwischen der Cutis- und der Muskelschicht auf den (S. 73) besprochenen Fühlernerv, der seine Zweige in die Cutisschicht entsendet. Ob sich die von Semper erwähnte hyaline Grenzmembran der Cutis nach innen oder nach aussen von der eben erwähnten Lacune und dem Fühlernerv befindet, kann erst durch neue Untersuchungen festgestellt werden. Dass sich endlich zwischen der Muskelschicht und der inneren Epithelschicht auch noch eine dünne innere Bindegewebslage ausbilden kann, geht aus den Beobachtungen hervor, welche Danielssen und Koren (50) bei *Irpa abyssicola* angestellt haben. Die Muskelschicht und die innere Epithelschicht werden von Baur als Tentakelschlauch zusammengefasst; beide sind Bestandtheile der Wassergefässwand, welche sich bei Bildung des Fühlers in dessen äussere, der Körperhaut angehörende Wandung ausgestülpt und dieselbe vor sich her getrieben hat.

Ueber die Homologie der Fühler mit den Füsschen vergl. S. 128.

2. Füsschen und Ambulacralpapillen.

Die erste Erwähnung der Füsschen und ihrer endständigen Saugscheiben findet sich bei Belon (26), der dieselben auch schon ganz richtig mit denen der Seeigel und Seesterne verglich. Bohadsch (30) beachtete zuerst bei der von ihm untersuchten Aspidochiroten-Art den Unterschied zwischen den Bauchfüsschen, seinen „walzenförmigen Fühlfäden", und

den Ambulacralpapillen des Rückens, seinen „Rückenwärzchen". Bald darauf beschrieb Gärtner (68) bei einer *Cucumaria* die Füsschen als durchbohrte Tuberkel. Strussenfelt (252) bezeichnete sie bei *Psolus phantapus* nach ihrem Aussehen im zurückgezogenen Zustande als „Knöpfe". Gunner (89) nennt sie bei *Cucumaria frondosa* und *Holothuria tremula* „Warzen" oder auch „Zacken". Pennant (199) spricht von „Fühlern", welche aus Warzen austreten, O. F. Müller (189) von Röhrchen mit Saugblasen, Forskål (65) und Fabricius (61) von ausstreckbaren Papillen. An die Stelle dieser schwankenden Bezeichnungen tritt dann allmählich durch Pallas (195) und Dicquemare (51) der Name Füsschen, welcher seit den Arbeiten Cuvier's (76) und Tiedemann's (273) zum allgemein üblichen geworden ist.

Nach diesen historischen Bemerkungen wenden wir uns zu einer näheren Betrachtung der Füsschen, ihrer Form- und Grössenverhältnisse und insbesondere ihrer Anordnung auf der Körperoberfläche, sowie auch ihres feineren Baues. Auf ihre Funktion, Entwicklung, systematische und phylogenetische Bedeutung dagegen werden wir erst in späteren Kapiteln eingehen können.

a. **Name und Form.** Wenn wir die schon im vorigen Abschnitte behandelten Fühler ausnehmen, so verstehen wir unter Füsschen im Allgemeinen alle äusserlich sichtbaren Anhänge des Holothurienkörpers, in welche Fortsetzungen der Radialkanäle des Wassergefässsystemes eintreten. Ihren Namen „Füsschen" („Ambulacralfüsschen") oder „Pedicellen"*) haben sie daher, dass sie in den meisten Fällen vorzugsweise, wenn auch nicht ausschliesslich, zur Fortbewegung des Körpers dienen. Bei typischer Ausbildung haben sie alsdann eine schlanke, cylindrische Gestalt und sind an ihrem freien Ende zu einer in der Mitte vertieften Saugscheibe abgestutzt, welche in der Regel eine kalkige, gitterförmige Skelettplatte einschliesst, die uns schon früher (S. 54) unter dem Namen des Endscheibchens bekannt geworden ist. In anderen Fällen aber können sie in ihrer Gestalt und meistens auch in ihrer Funktion von jener Grundform abweichen; sie entbehren dann der Saugscheibe (sehr häufig auch des Endscheibchens) und haben gewöhnlich eine kegelförmige, zugespitzte Gestalt. Zum Unterschied von jenen eigentlichen Füsschen werden sie dann als Papillen oder genauer, wegen ihrer Beziehung zum Wassergefässsystem, als Ambulacralpapillen bezeichnet.

Füsschen und Ambulacralpapillen fehlen den Synaptiden und Molpadiiden**) vollständig, während wir ihnen bei allen andern Familien be-

*) Bronn (34) hat auch den Terminus „podion" für Füsschen in Vorschlag gebracht; ndessen ist die Bezeichnung nicht weiter in Gebrauch gekommen. Dagegen wird der Terminus Ambulacrum, den ich in Uebereinstimmung mit den meisten Autoren stets zur Bezeichnung der mit Füsschen oder wenigstens mit Radialkanälen ausgestatteten Körperregionen gebrauche, von manchen Forschern (namentlich den französischen) auf das einzelne Füsschen angewendet.

**) Ob das für die Molpadiiden so ganz zutreffend ist, erscheint mir noch etwas zweifelhaft. Ich kann den Verdacht nicht unterdrücken, dass die „fünf kurzen, etwas ästigen Papillen",

gegnen. Betrachten wir sie zunächst etwas näher bei den Aspido- und Dendrochiroten, so zeigt sich bald, dass eine scharfe Grenze zwischen Füsschen und Papillen keineswegs vorhanden ist; beide Formen von Ambulacralanhängen sind vielmehr durch allmähliche Uebergänge aufs engste miteinander verbunden. Wie wenig durchführbar die strenge Sonderung in Füsschen und Papillen manchmal ist, zeigt am besten das Beispiel der *Holothuria scabra* Jäg., deren Ambulacralanhänge von Selenka und Lampert als Füsschen, von Théel als Papillen, von Semper und mir zum Theil als Füsschen, zum Theil als Papillen angesehen werden. Es ist aber nicht nur die äussere Form, in welcher sich der Uebergang von Füsschen zu Papillen bei Aspido- und Dendrochiroten vollzieht. Auch in dem Besitz oder Mangel eines kalkigen Endscheibchens haben wir kein sicheres Mittel um Füsschen und Papillen in allen Fällen mit Bestimmtheit von einander zu trennen. Denn wenn auch die Füsschen fast immer ein gutentwickeltes Endscheibchen besitzen, so gibt es doch einzelne Arten, z. B. *Cucumaria nigricans* (Br.) und *Thyone unisemita* Stimps., in deren Füsschen die Endscheibchen fehlen. Auf der anderen Seite ist es eine sehr häufige Erscheinung, dass die Papillen noch mit einem wenn auch kleinen, verkümmerten Endscheibchen ausgestattet sind, so z. B. bei *Holothuria vagabunda* Sel., *impatiens* (Forsk.), *poli* Delle Chiaje, *immobilis* Semp., *curiosa* Ludw. u. a. Wenn also auch nach dem eben Gesagten eine scharfe morphologische Unterscheidung von Füsschen und Papillen nicht möglich ist, so muss dagegen doch hervorgehoben werden, dass in sehr vielen, ja den meisten Fällen das Füsschen an seiner deutlichen Saugscheibe leicht von der spitz auslaufenden Papille unterschieden werden kann. Deshalb empfiehlt es sich auch, jener Schwierigkeit ungeachtet, für den Zweck der anatomischen und systematischen Beschreibung an der zuerst von Semper (238) betonten Unterscheidung der Ambulacralanhänge in Füsschen und Papillen wenigstens bei den Aspido- und Dendrochiroten festzuhalten.

Etwas anders liegt die Sache bei den Elasipoden. Hier kommen kalkige Endscheibchen überhaupt nur ganz ausnahmsweise (vergl. S. 54) in den Ambulacralanhängen vor und wenn man in ihnen allein das wesentliche Unterscheidungsmerkmal der „Füsschen" von den „Papillen" erblickt, so muss man allerdings Théel (266) in der Ansicht beipflichten, dass alle Ambulacralanhänge der Elasipoden unter die Rubrik der „Ambulacralpapillen" zu rechnen seien. Théel unterscheidet dieselben lediglich nach ihrer Stellung und damit zusammenhängenden Funktion in die der Bauchseite angehörigen, zur Lokomotion dienenden „Füsschen" und die der Rückenseite angehörigen, nicht zur Lokomotion dienenden „Fortsätze".

---

welche Semper (238) an der Kloakenöffnung seiner *Haplodactyla molpadioides* beschreibt und abbildet, sich bei eingehender Untersuchung als umgewandelte Füsschen herausstellen werden. Dieselbe Vermuthung hege ich für einen Theil der seitdem bei zahlreichen anderen Molpadiiden bekannt gewordenen „Analpapillen"; vergl. darüber das Kapitel: Verdauungsorgane.

Beide sind allerdings bei vielen Elasipoden in ihrer Form erheblich verschiedener voneinander als die Füsschen und Papillen der Dendro- und Aspidochiroten. In allen wesentlichen Punkten ihrer Organisation stimmen sie aber dennoch so sehr mit den Ambulacralanhängen der Dendro- und Aspidochiroten überein, dass es im Interesse einer möglichst einfachen und einheitlichen Terminologie unnöthig erscheint für die dorsalen Ambulacralanhänge der Elasipoden das noch dazu sehr allgemeine Wort „Fortsätze" *(processes* Théel*)* einzuführen. Wenn wir „Papillen" als nicht lokomotorische dorsale, Füsschen als locomotorische, ventrale oder auch dorsale Ambulacralanhänge definiren und dabei hinzufügen, dass die Füsschen bei gewissen Arten der Gattung *Holothuria* auch in der Form der Papillen auftreten, so haben wir eine Terminologie, welche für die Elasipoden ebenso brauchbar ist wie für die Aspido- und Dendrochiroten.

In ihrer Form erscheinen die Füsschen der Elasipoden seltener als kleine Wärzchen mit abgerundetem oder leicht abgeflachtem Ende, häufiger dagegen als kräftig entwickelte, cylindrische oder kegelförmige Fortsätze, deren freies Ende bald scheibenförmig, bald mehr oder weniger zugespitzt, bald zu einem schmäleren Endröhrchen verjüngt ist. Bei den Papillen der Elasipoden waltet die gestreckt-kegelförmige Gestalt vor; meistens sind sie mehr oder weniger biegsam; bei der Gattung *Deima* aber durch steigerte Einlagerung von Kalkkörperchen starr und stachelähnlich.

b. Die **Grösse** der Füsschen und Papillen ist sehr verschieden, je nach *genus* und *species,* aber auch abhängig von dem jeweiligen Contractionszustande. Bei conservirten Exemplaren von Aspido- und Dendrochiroten findet man die Füsschen gewöhnlich in einer Länge von 2—5, selten 6—9 mm. Auch ihre Papillen haben sehr oft nur diese unbedeutende Grösse oder bleiben selbst dahinter noch zurück; auffallend gross sind dagegen die Papillen z. B. bei *Colochirus quadrangularis* (Less.), wo sie wie plumpe Stacheln die Kanten des Körpers besetzen und bis 1,5 cm lang werden. Bei den Elasipoden zeichnen sich die Füsschen im Allgemeinen durch eine kräftige Entwicklung aus, namentlich in den beiden Familien der Elpidiiden und Deimatiden; sie erreichen hier eine Länge von 15, ja bis 20 (bei *Orphnurgus scaber* Théel) und selbst 30 mm (bei *Laetmogone wyville-thomsoni* Théel). Noch mächtiger können sich die Papillen der Elasipoden entwickeln, sodass ihre Länge der Körperbreite (z. B. bei *Deima validum* Théel) oder sogar der Körperlänge gleichkommt (z. B. bei *Oneirophanta mutabilis* und *Laetmogone wyville-thomsoni* Théel, deren Papillen 12,5—15 cm lang werden); daneben gibt es aber auch Formen mit ganz winzigen Papillen (z. B. *Parelpidia*).

c. Die **Zahl** der Füsschen und Papillen ist bei den Aspidochiroten, den allermeisten Dendrochiroten und auch manchen Elasipoden eine so erhebliche und zugleich individuell schwankende, dass nur der Umstand, ob sie dicht oder weniger dicht oder entfernt stehen, in der Beschreibung der Arten Berücksichtigung finden kann. Bei *Holothuria tubulosa* z. B.

schätzt Tiedemann die Zahl der ventralen Füsschen auf 900 und ähnliche oder noch grössere Ziffern würden sich ergeben, wenn man sich die Mühe machen wollte ihre Zahl bei gewissen anderen *Holothuria-*, *Thyone-*, *Phyllophorus-* u. s. w. Arten festzustellen. Durch geringe Füsschenzahl zeichnet sich die Gattung *Ocnus* aus und in noch höherem Grade eine ganze Anzahl von Elasipoden-Gattungen, z. B. *Elpidia, Scotoplanes, Deima* u. a. Gleichzeitig zeigt dann die Zahl der Füsschen — und dasselbe gilt auch für die Papillen — das Bestreben bei jeder Art an einer bestimmten Ziffer festzuhalten; so besitzt z. B. *Elpidia glacialis* Théel immer nur 2 × 4 und *Scotoplanes globosa* Théel 2 × 7 Füsschen.

d. Die **Vertheilung** der Füsschen und Papillen auf die einzelnen Körperregionen und ihre **Anordnung** daselbst ist zwar grossen Verschiedenheiten unterworfen, lässt aber doch bestimmte Grundzüge erkennen. Im Allgemeinen geht die Sonderung von Füsschen und Papillen Hand in Hand mit der Ausbildung einer Kriechsohle; je schärfer eine solche ausgeprägt ist, um so deutlicher unterscheiden sich ihre Füsschen von den zu Papillen umgewandelten und in der Regel weniger zahlreichen Ambulacralanhängen des Rückens, die bei der Gattung *Psolus* sogar ganz in Wegfall kommen. Entsprechend ihrer Beziehung zu den Radialkanälen des Wassergefässsystemes ordnen sich die Füsschen und Papillen den Radien entlang, welche ebendadurch zu Ambulacren, d. h. mit Fortbewegungsorganen ausgestatteten Zonen, werden. Auf solche Weise kommen fünf radiale Längstreifen von Ambulacralanhängen zu Stande. In jedem dieser Längsstreifen stehen die Füsschen in einfacher, zweifacher oder mehrfacher Längsreihe, was man als einreihige oder auch einzeilige u. s. w. Anordnung bezeichnet. Füsschen und Papillen können aber auch auf die Interradien übertreten und auch diese Regionen theilweise oder ganz besetzen, entweder so, dass dabei die Reihenstellung der in den Radien befindlichen Füsschen und Papillen erhalten bleibt, oder so, dass diese sich verwischt und dadurch die Füsschen und Papillen über den ganzen oder einen Theil der Körperoberfläche ohne Reihenstellung ausgestreut sind, sog. zerstreute Füsschen- (resp. Papillen-) Stellung. Im Einzelnen verhalten sich die Aspidochiroten, Dendrochiroten und Elasipoden folgendermaassen:

1. Aspidochiroten. Keine Papillen, sondern nur Füsschen besitzen die kleine Gattung *Labidodemas* (vielleicht auch die ebenfalls kleine Gattung *Pseudostichopus*) und einige der zur Untergattung *Sporadipus* vereinigten Arten der Gattung *Holothuria*; aber auch die übrigen Arten dieser Untergattung zeigen keine Differenz zwischen Füsschen und Papillen, sondern sind ausschliesslich mit einer Sorte, nämlich Papillen, ausgestattet. Dagegen besitzen alle übrigen Aspidochiroten sowohl Füsschen als auch Papillen, jene auf dem mehr oder weniger abgeflachten Bauche, diese auf dem gewölbten Rücken, was nicht ausschliesst, dass auf dem Rücken Füsschen und Papillen auch gleichzeitig vorkommen können, z. B. bei *Holothuria poli* Delle Chiaje, *Stichopus ananas* (Jäg.) u. a.

Die Rückenpapillen sind meistens von der Gestalt einer niedrigen bis deutlich kegelförmigen Warze. Durch ihre Grösse und Dicke zeichnen sie sich aus bei einzelnen *Stichopus*-Arten, z. B. *St. japonicus* Sel., *badionotus* Sel., *chloronotos* Br., *haytiensis* Semp., *ananas* (Jäg.), durch ihre Dünnheit bei manchen *Holothuria*- und *Mülleria*-Arten, z. B. *Holothuria coluber* Semp., *lubrica* Sel., *Mülleria lecanora* Jäg., *maculata* (Br.). Während sie häufig ohne erkennbare Regelmässigkeit über den ganzen Rücken (oder bei der Untergattung *Sporadipus* über den ganzen Körper) vertheilt sind, lassen sie bei vielen *Stichopus*- und manchen *Holothuria*-Arten, sowie auch bei *Paelopatides* eine Anordnung in regelmässige oder unregelmässige Längsreihen erkennen, welche den beiden dorsalen Radien, sowie den durch die seitlichen ventralen Radien bezeichneten Flanken des Körpers entsprechen. In solchen Fällen sind also die Ambulacralanhänge der beiden seitlichen ventralen Radien nur zum Theil, nämlich soweit sie ventralwärts von der Medianlinie des Radius austreten, Füsschen geblieben, zum anderen Theile aber, soweit sie nämlich dorsalwärts von der Mittellinie des Radius liegen, zu Papillen geworden. Daraus ergibt sich, dass sich bei deutlicher Reihenstellung der Rückenpapillen gewöhnlich 4 Längsreihen unterscheiden lassen, von denen die beiden mittleren häufig doppelt, die beiden anderen aber immer einfach sind; manchmal, z. B. bei *Holothuria rigida* Semp. stehen die Papillen nur in den Flanken in einer Längsreihe, während sie über die übrige Rückenseite unregelmässig verstreut sind.

Die Füsschen bleiben ebenso wie die Papillen entweder auf die Radien beschränkt oder besetzen auch interradiale Bezirke. Dabei ist wieder zu unterscheiden zwischen Fällen, in welchen, wie bei *Labidodemas* und *Sporadipus,* alle fünf Radien Füsschen tragen, und solchen, bei denen nur die Bauchseite (Kriechsohle) solche besitzt. Bei *Labidodemas* stehen die Füsschen ausschliesslich in den Radien und sind hier in doppelten Längsreihen angeordnet. Bei der Untergattung *Sporadipus* sind sie unregelmässig über alle Radien und Interradien zerstreut. Ist eine Kriechsohle zur Ausbildung gelangt, so ist dieselbe entweder gleichmässig mit Füsschen übersäet, z. B. bei den Untergattungen *Sporadipus* und *Holothuria* s. str., oder es bleiben die beiden ventralen Interradien frei davon, während die drei ventralen Radien je einen schmäleren oder breiteren Streifen von Füsschen entwickeln, z. B. bei der Gattung *Stichopus,* ferner bei vielen *Mülleria*-Arten und den *Holothuria*-Arten der Untergattung *Stichopus.* Bei derartiger Ausbildung dreier ventralen Füsschenstreifen zeigt sich sehr häufig die Erscheinung, dass der mittlere Füsschenstreifen breiter ist und aus einer grösseren Anzahl von Längsreihen besteht als die beiden seitlichen. So z. B. ist bei *Holothuria signata* Ludw. der mittlere Streifen 8reihig, jeder seitliche aber nur 4reihig, bei *Holothuria pertinax* Ludw. der mittlere 2reihig, die seitlichen 1reihig, bei *Stichopus variegatus var. herrmanni* Semp. der mittlere 2—8reihig, die seitlichen 1–6reihig, bei *Stichopus errans* Ludw. der mittlere 6reihig, die seitlichen

3—4reihig und ähnlich bei fast allen anderen *Stichopus*-Arten. Dieses Vorwiegen der Füsschenzahl in dem mittleren ventralen Radius der Aspidochiroten erklärt sich aus dem schon oben einmal berührten Umstande, dass die Ambulacralanhänge der seitlichen ventralen Radien zur Hälfte zu Rückenpapillen geworden sind. Bei *Paelopatides* ist es sogar nur noch der mittlere ventrale Radius allein, welcher Füsschen trägt. Um so bemerkenswerther erscheint es, dass es auch einzelne Fälle gibt, in welchen es gerade der mittlere, sonst bevorzugte, ventrale Radius ist, in welchem die Füsschen zu äusserster Kleinheit verkümmern oder ganz schwinden, während sie in den seitlichen ventralen Radien gut entwickelt sind; so bei *Holothuria magellani* Ludw., *H. murrayi* Théel und *Stichopus natans* M. Sars. Aehnlichen Fällen werden wir bei den Dendrochiroten und namentlich den Elasipoden in viel grösserer Zahl begegnen.

2. Dendrochiroten. Die Verschiedenheiten in Vertheilung und Anordnung der Füsschen und Papillen sind in dieser Familie viel mannigfaltiger als in der vorigen, obschon sie nicht eine einzige Art umschliesst, bei welcher wie bei manchen *Holothuria*-Arten alle Füsschen zu Papillen umgestaltet sind. Bei den meisten Gattungen sind in der Regel nur Füsschen (keine Papillen) zur Ausbildung gelangt.

Dagegen begegnen wir bei allen *Colochirus*-Arten der Sonderung von dorsalen Papillen und ventralen Füsschen. Jene sind gewöhnlich in ganz ähnlicher Weise unter Betheiligung der seitlichen ventralen Radien in 4 Längsreihen angeordnet wie bei *Stichopus* unter den Aspidochiroten. Einfach sind die Papillenreihen bei *Colochirus jagorii* Semp. und *quadrangularis* (Less.), doppelt bei *Col. doliolum* (Pall.) und *viridis* Semp. Einen Uebergang zu Arten mit regellos zerstreuten Rückenpapillen, z. B. *Col. peruanus, cylindricus* Semp., bildet *Col. armatus* v. Marenz., dessen Rücken ausser 4reihigen Streifen grösserer Papillen zerstreute kleinere Interambulacralpapillen trägt. Am vorderen und hinteren Körperende können auch an der ventralen Seite statt der Füsschen Papillen auftreten, z. B. bei *Col. jagorii* Semp. Während bei *Colochirus* alle dorsalen Ambulacralanhänge Papillen darstellen, finden sich bei *Actinocucumis* Papillen nur auf den dorsalen Interradien, dagegen Füsschen ebenso in den dorsalen wie in den ventralen Radien. Vereinzeltes Vorkommen von Papillen zwischen gut ausgebildeten Füsschen, sowie Uebergangsformen von Füsschen zu Papillen sind von einigen *Cucumaria*- und *Pseudocucumis*-Arten bekannt geworden, so bei *Cucumaria versicolor* Semp., *mirabilis, discolor, insolens* Théel und *Pseudocucumis africana* (Semp.).

Die Füsschen beschränken sich bei vielen Dendrochiroten auf die Radien, so bei *Ocnus, Pseudocucumis, Rhopalodina* und sehr vielen *Cucumaria*-Arten, wo sie allen fünf Radien zukommen, sowie bei *Psolus* und *Colochirus*, wo sie nur in den drei Radien des Triviums auftreten. Bei zahlreichen anderen Dendrochiroten treten die Füsschen auf einzelne und schliesslich auf alle Interradien über, entweder unter Beibehaltung ihrer Reihenstellung in den Radien oder unter Aufgabe und völliger Ver-

wischung derselben. Am lehrreichsten für das allmähliche Uebertreten der Füsschen auf die Radien ist die Gattung *Cucumaria*, bei welcher es bald nur die zwei ventralen, bald nur die drei dorsalen, bald alle fünf Interradien sind, welche sich mit einer Anzahl Füsschen bevölkern, während von der Mehrzahl der Füsschen die Reihenstellung in den Radien festgehalten wird. So tragen z. B. nur die beiden ventralen Interradien Füsschen bei *Cucumaria longipeda* und *conjungens* Semp., nur die drei dorsalen bei *C. sykion* (Lamp.), *parva* Ludw., *canescens* Semp. und einzelnen Exemplaren von *dubiosa* Semp. und *nobilis* Ludw. Bei anderen Exemplaren der *C. nobilis*, sowie z. B. bei *Cucumaria köllikeri* Semp., *syracusana* (Grube), *perspicua* Ludw., *punctata* Ludw. sind dagegen alle Interradien durch den Besitz von Füsschen ausgezeichnet. Der Uebergang von Arten ohne zu solchen mit interradialen Füsschen ist bei der Gattung *Cucumaria* ein so allmählicher, dass er sich bei einzelnen Arten, z. B. *Cucumaria dubiosa* Semp., selbst in den Grenzen derselben Art verfolgen lässt*). In viel reichlicherem Maasse als bei *Cucumaria* entwickeln sich interradiale Füsschen bei den Gattungen *Thyone, Orcula, Phyllophorus*, bei denen sie in der Regel ohne jegliche Reihenstellung über den ganzen Körper zerstreut sind; doch gibt es einzelne Arten, bei welchen eine Andeutung von radialer Reihenstellung erhalten ist, z. B. *Phyllophorus parvus* (Ludw.), *ehlersi* (Hell.), *flavus* (Greeff), *Orcula cucumiformis* Semp.; manchmal beschränkt sich diese Andeutung auf die Körperenden, z. B. auf beide Körperenden bei *Thyone similis* Ludw. und *Psolidium dorsipes* Ludw., nur auf das hintere bei *Thyone spectabilis* Ludw., oder auf die linke oder rechte Flanke, z. B. bei den von Ayres als Gattung *Stereoderma* zusammengefassten *Thyone*-Arten.

Bei deutlicher Reihenstellung der Füsschen auf allen fünf Radien ist die Zahl der zu einem radialen Füsschenstreifen gehörigen Längsreihen bald eine geringe (1—2), bald eine grössere (3—8 und darüber); dabei ist diese Zahl für die fünf radialen Füsschenstreifen dieselbe oder aber sie ist für die drei Radien des Triviums eine grössere als für die beiden Radien des Biviums. Einreihige Füsschenstreifen kommen in der Gattung *Ocnus* vor, so bei *O. imbricatus* Semp., *typicus* Théel, *javanicus* Sluit. Bei näherer Betrachtung erweist sich aber die „einreihige" Stellung der Füsschen eigentlich als eine ganz leicht zickzackförmige, welche bei anderen Arten, z. B. *O. lacteus* Forb. und bei halbwüchsigen Exemplaren von *Cucumaria kirchsbergii* Hell. schärfer hervortritt. Sehr zahlreich sind die Arten mit 2reihigen Füsschenstreifen, z. B. *Cucumaria planci* (Br.), *tergestina* M. Sars, *pentactes* (L.), *dubiosa*, *californica* Semp., *hyndmani* (Thomps.), *exigua* Ludw., *semperi* Bell, *Pseudocucumis africana* (Semp.). 3—4reihig sind die Füsschenstreifen bei *Cucumaria godeffroyi* Semp.,

*) Aus diesem Grunde erscheint auch die Gattung *Semperia*, welche Lampert (134) für die mit interradialen Füsschen versehenen Arten von der alten Gattung *Cucumaria* abgetrennt hat, nicht haltbar.

4—6reihig bei *Actinocucumis typica* Ludw. Beispiele für eine grössere Zahl von Füsschenreihen in den Radien des Triviums als in denen des Biviums bieten die folgenden Arten, wobei die Ziffer vor dem Striche die Zahl der Reihen im Trivium, die Ziffer hinter dem Striche die für das Bivium gültige Zahl angibt: *Pseudocucumis acicula* (Semp.) 3—4/1—2, *Cucumaria grubii* v. Marenz. 4/2, *crucifera* Semp. 4—6/2, *maculata* Semp. 4—6/2—3, *jägeri* Krauss 4—5/3—4, *frauenfeldi* Ludw. 5—6/3—4, *glaberrima* Semp. 6—8/2—3. Der sich in diesen Zahlen ausdrückende Füsschenreichthum des Triviums kommt übrigens oft auch dann noch zur Geltung, wenn die Füsschen ohne Reihenstellung über den ganzen Körper vertheilt sind; so stehen z. B. bei *Orcula tenera* Ludw., ferner bei *Thyone raphanus* Düb. & Kor., *mirabilis* Ludw., *pedata* Semp., *sacellus* (Sel.), *papillata* Sluit. die ventralen Füsschen dichter als die dorsalen.

Betrachten wir endlich auch noch diejenigen Dendrochiroten, welche nur an der Bauchseite (Kriechsohle) Füsschenstreifen besitzen, auf die Zahl der diese Streifen zusammensetzenden Reihen, so zeigt sich, dass der mittlere ventrale Füsschenstreifen bei *Colochirus* dieselbe Tendenz zur stärkeren Entwicklung besitzt wie bei der Gattung *Stichopus* unter den Aspidochiroten, dass dagegen bei *Psolus*, *Theelia* und *Psolidium* gerade das Entgegengesetzte eintritt. Es gibt zwar viele *Colochirus*-Arten mit gleichstarker oder doch fast gleichstarker Entwicklung der drei ventralen Füsschenstreifen, welche z. B. bei *Colochirus doliolum* (Pall.), *scandens* Sluit., *peruanus* Semp. 2reihig, bei *cylindricus* Semp. 2—3reihig, bei *tuberculosus* (Quoy und Gaim.) und *violaceus* Théel 4—5reihig, bei *quadrangularis* (Less.) 4—6reihig, bei *jagorii* Semp. 5—6reihig sind. Wo die Streifen aber ungleich sind, ist der mittlere stets der breitere und füsschenreichere; so z. B. bei *C. tristis* Ludw., wo man in dem Mittelstreifen 8, in den Seitenstreifen aber nur 6 Reihen zählt. Anders stellt sich wie gesagt das Verhältniss des Mittelstreifens zu den Seitenstreifen bei den Gattungen *Psolus, Theelia* und *Psolidium*, welche sich alle drei auch noch durch die weitere Eigenthümlichkeit auszeichnen, dass die Seitenstreifen vorn und hinten in bogenförmigem Verlaufe sich mit dem Mittelstreifen in Verbindung setzen und auf diese Weise einen zusammenhängenden Füsschenstreifen rings am ganzen Rande der Kriechsohle herstellen. Soweit der Mittelstreifen nicht zur Herstellung dieses Ringstreifens gebraucht wird, also in seinem Mittelstücke, zeigt er die Neigung zu immer schwächerer Ausbildung*) und schliesslichem Schwunde. So ist z. B. das Mittelstück des Mittelstreifens bei *Psolus ornatus* (Verr.) ebenso wie der Ringstreifen 7—8reihig, bei *Ps. complanatus* Semp. (und ähnlich bei *Ps. granulatus* Ayr.) nur 2—3reihig, während der Ringstreifen 4—6reihig ist, bei *Ps. phantapus* (Struss.) und *boholensis var. pandanensis* Semp. 1—2reihig, dagegen der Ring-

*) Mit alleiniger Ausnahme von *Theelia ambulator* (Bell), bei welcher nach Bell's (12) Beschreibung der Mittelstreifen kräftiger entwickelt zu sein scheint als die Seitenstreifen.

streifen 2—3reihig; bei *Ps. boholensis* Semp. ist das Mittelstück des Mittelstreifens schon zum Theil geschwunden, der Mittelstreifen also unterbrochen; bei *Ps. squamatus* und *fabricii* (Düb. und Kor.), *peronii* Bell, *antarcticus* (Phil.), *ephippifer* Wyv. Thoms., *tuberculosus* Théel aber ist das Mittelstück des Mittelstreifens entweder ganz verschwunden oder nur noch vorn und hinten durch einige wenige Füsschen angedeutet.

Die Gattung *Psolus* ist die einzige unter allen füsschentragenden Seewalzen, bei welcher der Rücken, sowie das ganze vordere und hintere Körperende der Füsschen und Papillen durchaus entbehrt. Diese Ausnahmestellung ist aber keine unvermittelte, sondern stellt sich nur als das Ende einer durch die Gattungen *Psolidium* — *Theelia* — *Psolus* gegebenen Reihe dar. Während die Kriechsohle bei diesen drei Gattungen in übereinstimmender Weise ausgebildet und mit Füsschen besetzt ist, trägt bei *Psolidium* auch noch die übrige Körperoberfläche deutliche Füsschen, die am vorderen und hinteren Körperende auf die Radien beschränkt, auf dem Rücken aber zerstreut stehen. Bei *Theelia* sind zwar auch noch dorsale Ambulacralanhänge vorhanden, zeigen aber nirgends mehr Reihenstellung, sind vereinzelter als bei *Psolidium* und auch nicht mehr deutlich füsschenförmig. Bei *Psolus* endlich schwinden sie ganz.

3. Elasipoden. Es ist bis jetzt keine Elasipoden-Art bekannt, welche entweder nur Füsschen oder nur Papillen besitzt. Die Papillen gehören stets der Rückenseite, die Füsschen der Bauchseite an. Die Füsschen sind stets auf die Radien beschränkt, und auch die Papillen treten nur bei einer einzigen Psychropotiden-Art (*Benthodytes sanguinolenta* Théel) auf die Interradien über. Meistens kommen die Papillen nur auf den beiden dorsalen Radien zur Ausbildung; aber bei den Gattungen *Deima*, *Oneirophanta*, *Orphnurgus* und *Pannychia* liefern auch die beiden seitlichen ventralen Radien je eine Papillenreihe in ähnlicher Weise wie bei *Stichopus* unter den Aspido- und *Colochirus* unter den Dendrochiroten. Bei den Elpidiiden sind die Rückenpapillen nur in geringer Anzahl vorhanden, gewöhnlich auf den vorderen Bezirk des Rückens beschränkt und bald von auffallender Länge (z. B. bei einigen *Scotoplanes*-Arten), bald ziemlich klein (bei *Kolga* und einigen *Elpidia*-Arten), oder nur kümmerlich (bei *Parelpidia*) ausgebildet. Viel zahlreicher sind sie bei den Deimatiden, bei welchen sie sich auch durch ihre Grösse auszeichnen und die dorsalen Radien ihrer ganzen Länge nach besetzen; dabei sind sie bei *Deima*, *Oneirophanta* und *Laetmogone* 1reihig, bei *Orphnurgus* 2reihig, bei *Ilyodaemon* 3—4reihig geordnet. Bei den Psychropotiden dagegen erinnern sie durch ihre meist nur geringe Zahl und unbedeutende Grösse wieder mehr an die Verhältnisse der Elpidiiden.

Die Füsschen fehlen in den seitlichen Radien des Triviums niemals, wenn sie sich auch auf deren hintere Hälfte beschränken können (z. B. bei *Parelpidia* und *Scotoanassa*); dagegen fehlen sie um so häufiger in dem mittleren ventralen Radius, so bei allen Elpidiiden, den meisten

Deimatiden und bei *Psycheotrephes* unter den Psychropotiden. Sind sie in dem mittleren ventralen Radius vorhanden, dann stehen sie in der Regel in 2reihiger Anordnung, so bei *Pannychia, Euphronides, Psychropotes, Benthodytes,* seltener ganz vereinzelt wie bei *Oneirophanta.* In den seitlichen ventralen Radien sind sie entweder 1reihig geordnet, so bei allen Elpidiiden, Psychropotiden (hier in den auf der folgenden Seite zu besprechenden Randsaum des Bauches eintretend) und den meisten Deimatiden, oder 2reihig wie bei *Oneirophanta* und *Ilyodaemon.*

Eine Eigenthümlichkeit, welche dem ganzen Habitus vieler Elasipoden, besonders der Elpidiiden, ein bestimmtes Gepräge gibt, liegt darin, dass die Füsschen und Papillen, namentlich dann, wenn sie in geringer Zahl auftreten, sich einander paarig gegenüberstellen, sodass einerseits die Füsschen der beiden seitlichen ventralen Radien, anderseits die Papillen der beiden dorsalen Radien sich rechts und links genau entsprechen.

e. **Bau.** Die Füsschen und Ambulacralpapillen stellen in ihrem Aufbau (V, 15) ebenso wie die Fühler Ausstülpungen der Haut dar, in welche sich je ein blindgeschlossener Endast des Wassergefässsystemes eingesenkt hat. Wie die Beobachtungen von Semper (238), Teuscher (261), Théel (266), Jourdan (144), Hamann (93) und Vogt und Yung (284) des Näheren gezeigt haben, treffen wir also auf einem Querschnitte durch ein Füsschen oder eine Papille zu äusserst auf die Bestandtheile der Haut (vergl. S. 30—34): Cuticula, Epithel und Bindegewebslage, letztere zugleich Trägerin der schon früher besprochenen Kalkkörper (Stützkörper und Endscheibchen s. S. 54—55), sowie der Wanderzellen (s. S. 33). Darunter folgen in weiterer Uebereinstimmung mit den Fühlern die Bestandtheile der Wassergefässwand, nämlich zunächst eine Muskelschicht, dann das wimpernde Innenepithel. Die Muskelschicht, in welcher Tiedemann (273) äussere Ring- und innere Längsfasern unterscheiden wollte, besteht im Gegensatze zu dieser älteren Angabe ausschliesslich aus längsverlaufenden, in einfacher oder mehrfacher Schicht angeordneten Fasern, welche sich mit ihren distalen Enden an das kalkige Endscheibchen ansetzen, falls ein solches vorhanden ist. In den mehr oder weniger starren Rückenpapillen der Deimatiden scheint die Muskelschicht nach Théel ganz zu fehlen. Als innere Begrenzung der Bindegewebsschicht unterschied Semper wie bei den Fühlern so auch bei den Füsschen eine der Muskelschicht unmittelbar aufliegende, hyaline Membran. Théel und Jourdan erwähnen derselben ebenfalls und bezeichnen sie als elastische Membran. Dicht nach aussen von ihr liegt in der Tiefe der Bindegewebsschicht der uns schon früher (S. 71 und 72) bekannt gewordene Füsschennerv. Endlich scheint auch die in der Fühlerwand vorkommende Lacune (s. S. 99) den Füsschen nicht zu fehlen; wenigstens thun Vogt und Yung derselben bei *Cucumaria planci* (Br.) Erwähnung.

Ueber die morphologischen Beziehungen der Füsschen zu den Fühlern vergl. S. 128.

Als Anhang zu der Besprechung der Füsschen sind noch einige Organe zu erörtern, welche bei gewissen Arten durch eine besondere Anordnung, Verbindung oder Grössenentwicklung von Füsschen oder Ambulacralpapillen zu Stande kommen. Als solche sind zu nennen: a. der Halskragen, b. der Randsaum, c. das Rücken- oder Nackensegel, d. der Schwanzfortsatz.

a. Der Halskragen findet sich besonders bei vielen *Holothuria*- und *Stichopus*-Arten, z. B. *Holothuria impatiens* (Forsk.), *pervicax* Sel., *aculeata*, *albiventer* Semp., *Stichopus chloronotos* Br., *variegatus* Semp., *sitchaensis* (Br.) und entsteht dadurch, dass sich eine Anzahl Ambulacralpapillen (oder -Füsschen) unmittelbar hinter dem Fühlerkranze in einer einfachen, nur bei *Stichopus sitchaensis* (Br.) doppelten*) Kreislinie rings um das vordere Körperende ordnen und zugleich an ihrer Basis durch eine faltenförmige Erhebung der Haut eng miteinander verbunden sind. Fehlt diese Hautfalte, so wird der Halskragen lediglich durch einen Papillenkranz dargestellt, wie ihn unter den Elasipoden nur die Gattung *Deima* besitzt. Théel (266) dagegen sieht, meines Erachtens mit Unrecht, in dem Papillenkranze der genannten Gattung eine ganz absonderliche Einrichtung, für die etwas Aehnliches bei keiner anderen Seewalze vorkomme.

b. Wenn die Bauchseite zu einer Kriechsohle abgeflacht ist, zieht sich der Rand dieser Sohle manchmal zu einem dünnen Saume, dem Randsaume, aus, welcher eine zu den seitlichen ventralen Radien gehörige Längsreihe von Ambulacralpapillen in sich aufnehmen kann. An der freien Kante des Saumes treten dann die Papillen gewöhnlich wie kurze Zacken oder Fransen hervor. Es sind namentlich einzelne Dendrochiroten, z. B. *Theelia cataphracta* (Sel.), Aspidochiroten, z. B. *Paelopatides agassizii* Théel, ganz besonders aber die ganze Familie der Psychropotiden, bei welchen der Randsaum gut ausgebildet ist. Bei den Psychropotiden zeigt er die Eigenthümlichkeit, dass er vorne auch den bauchständig gewordenen Mund mit sammt seinem Fühlerkranze umzieht, sich also nicht mehr auf die seitlichen ventralen Radien beschränkt, sondern in einen an der Bauchseite unterbrochenen Halskragen fortsetzt. Bei anderen Elasipoden kommt es dagegen nur zur Bildung eines partiellen Randsaumes, indem sich lediglich die hintersten Bauchfüsschen durch eine gemeinschaftliche Hautfalte miteinander verbinden, z. B. bei *Scotoplanes insignis* und *Scotoanassa diaphana* Théel.

c. In ähnlicher Weise wie in den zuletzt erwähnten Fällen am hinteren Ende der Bauchseite eine Anzahl Füsschen zu einem Saume verbunden sind, können aber auch Rückenpapillen auf dem Vordertheil des Körpers eine Vereinigung miteinander eingehen. Stets handelt es sich dann um eine beschränkte Zahl von Papillen (z. B. 2 oder 4), welche sich auf dem vorderen Rückentheile (Nacken) in einer Querreihe anordnen, lang strecken und von ihrer Basis an durch eine quere Hautfalte nach

*) Was Brandt (33) zur Aufstellung seines Genus *Diploperideris* veranlasst hatte.

Art einer Schwimmhaut verbunden sind. Auf solche Weise entsteht ein quergestelltes, schief nach vorn und aufwärts gerichtetes Rückensegel, welches der äusseren Erscheinung mehrerer Elpidiiden (bei anderen Familien kommt es nicht vor) ein auffallendes Gepräge gibt. Meistens ist der freie Rand des Segels, entsprechend der Zahl der in seine Bildung eingetretenen Papillen, mehr oder weniger tief gezackt, z. B. bei *Peniagone wyvillii, naresi, horrifer* Théel, seltener abgerundet, z. B. bei *Peniagone atrox* und *Scotoanassa diaphana* Théel. Die in das Segel eingetretenen Papillen werden von den beiden dorsalen Radialkanälen gespeist.

d. Auf dem hinteren Ende der Rückenseite erhebt sich auf deren Mitte bei zwei Gattungen der Psychropotiden ein Papillenpaar zu ungewöhnlicher Grösse und Gestalt. Die beiden Papillen des Paares haben eine gemeinschaftliche äussere Haut und erscheinen äusserlich als ein einheitliches Gebilde, welches bei *Euphronides* die Gestalt eines kegelförmigen Zapfens hat, bei *Psychropotes* aber sich zu einem langen, das hintere Körperende weit überragenden, breiten Schwanzanhange auszieht. Théel (266) bezeichnet die hier als Rückensegel und Schwanz aufgeführten Ambulacralfortsätze der Elasipoden zusammen als Anhänge („appendages“).

3. Ringkanal.

Der erst von Tiedemann (273) richtig erkannte Ringkanal (Wassergefässring) liegt stets hinter dem Kalkringe, bald in sehr geringer, bald in etwas grösserer Entfernung von demselben (VII, 9i, 11a; VIII, 1c). Nach Selenka (229) übertrifft diese Entfernung bei den Aspidochiroten und Molpadiiden die Grösse des Kalkringes nicht oder nur wenig, während sie bei den Dendrochiroten viel grösseren Verschiedenheiten unterliegt. Unter den Aspidochiroten zeichnen sich einzelne Arten durch die verhältnissmässig weite Entfernung des Ringkanales vom Kalkringe aus, so *Holothuria maculata* (Br.) (= *arenicola* Semp.), *H. humilis, subditiva* und *strigosa* Sel. Sehr häufig ist der Verlauf des Ringkanals ein leicht wellenförmiger, oder er ist von Stelle zu Stelle etwas eingeschnürt, sodass Erweiterungen („Taschen“ Vogt und Yung) und Verengerungen abwechselnd aufeinander folgen. Seine Weite ist je nach den Gattungen und Arten eine verschiedene und selbstverständlich auch bei den einzelnen Individuen in nicht geringem Maasse von dem Füllungszustande des ganzen Wassergefässsystemes abhängig. Besonders weit ist der Ringkanal bei den Gattungen *Mülleria, Stichopus* und manchen *Holothuria*-Arten, z. B. *H. paradoxa* Sel., dagegen auffallend eng bei *Holothuria maculata* (Br.). Bei *Synapta digitata* (Mont.) maass Hamann (93) die Weite des Ringkanals zu 0.5—0.6 mm. Unter den Elasipoden beobachtete Théel (266) einen weiten Ringkanal, z. B. bei *Oneirophanta, Deima, Orphnurgus*, einen engen dagegen z. B. bei *Benthodytes sanguinolenta* Théel.

Die dünne Wand des Ringkanals lässt in ihrem feineren Baue, dessen Kenntniss wir Semper (238) und Hamann (93) verdanken, von aussen nach innen unterscheiden: 1. Ein äusseres Wimperepithel (= Cölomepithel). 2. Eine Bindegewebsschicht, welche von Kalkkörperchen durchsetzt sein kann, die bei *Synapta digitata* (Mont.) eine biscuit- oder nierenförmige Gestalt haben. 3. Eine kräftige Muskelschicht, deren bald auseinandergerückte, bald zusammengedrängte Fasern bei *Cucumaria frondosa* (Gunn.) und *Holothuria tenuissima* Semp. parallel mit der Axe des Ringkanales, bei *Stichopus variegatus* Semp. aber quer zu dieser Axe verlaufen. Bei *Synapta digitata* (Mont.) werden sie von Baur (10) und Hamann einfach als Ringmuskeln bezeichnet ohne dass man aus dieser Bezeichnung entnehmen könnte, ob sie in dem Sinne ringförmig sind, wie es der Ringkanal selbst ist, also parallel mit dessen Axe verlaufen, oder in dem anderen Sinne, dass sie seine Axe umkreisen. 4. Ein inneres Wimperepithel.

Auf die Art und Weise, wie der Ringkanal an den Schlund befestigt ist, werden wir erst bei den Verdauungsorganen, auf seine Beziehungen zum Blutgefässsystem (namentlich zur „Schlundkrause") erst bei diesem eingehen.

Hier aber sind noch einige Anhangsgebilde zu erwähnen, welche bei einzelnen Arten vorkommen. So beschreibt Selenka (229), dass er an je einem Exemplare von *Mülleria mauritiana* und *miliaris* (Quoy und Gaim.) rundum am Ringkanal eine grosse Zahl von kleinen, etwa $^2/_3$ mm dicken, gestielten Bläschen gefunden habe, welche unmittelbare Ausstülpungen des Ringkanales darstellen. In ihrem Inneren liegen Hunderte von kleinen, ellipsoiden, isolirten Zellen, deren vorderes Ende sich tutenförmig öffnet, während das hintere einen langen Faden trägt; erfüllt sind die Zellen von kleinen Fetttröpfchen. Selenka vermuthet in diesen Zellen parasitäre Gebilde*). — Dagegen scheinen die kleinen, zahlreichen Blindsäcke, welche Théel (266) bei seinem *Ilyodaemon maculatus* und anderen Elasipoden am Ringkanale beobachtete, normale Bildungen zu sein.

4. Poli'sche Blasen.

Unter diesem Namen versteht man einen in einfacher (VII, 9h; VIII, 1d) oder mehrfacher (VII, 11c) Zahl auftretenden blasenförmigen Anhang des Ringkanals, welcher frei in die Leibeshöhle hineinragt, mit dem Ringkanal in offener Verbindung steht, dagegen im übrigen blindgeschlossen ist. Die Blase erhielt diese Bezeichnung *(Ampulla Poliana)* durch den neapolita-

*) Weshalb Lampert (134, p. 6, 7) in den oben geschilderten, von Selenka erwähnten Bläschen Steinkanäle sehen will, ist mir ebenso unverständlich wie seine fernere Behauptung, dass jene Bläschen „sicher dieselben Gebilde sind, deren Semper und Ludwig bei Beschreibung neuer Colochirus-Arten Erwähnung thun und die sie als Steinkanäle bezeichnen".

nischen Zoologen Delle Chiaje zu Ehren seines Landsmannes und Fachgenossen G. S. Poli. Da sie bei keiner einzigen Holothurien-Art fehlt und gewöhnlich in ansehnlicher Grösse auftritt, so ist es nicht zu verwundern, dass sie schon den älteren Forschern, wie Strussenfelt (252), O. F. Müller (189) und Pallas (196) bekannt war, wenngleich dieselben ihre morphologische und physiologische Bedeutung noch nicht verstanden. In morphologischer Hinsicht haben wir dieselbe hier zu betrachten nach ihrer Form, Grösse, Zahl, Stellung und nach ihrem feineren Baue. Ueber ihre Funktion ist das Kapitel: „Physiologie" zu vergleichen.

a. Die **Form**, in welcher sich die Poli'schen Blasen der Betrachtung darbieten, ist in hohem Maasse abhängig von dem Contractionszustande ihrer Muskulatur. In der Regel ist sie kugelig, oval, birn- oder keulenförmig oder mehr schlauchförmig gestreckt. Besonders bei den Dendrochiroten hängt oft ihr blindes Ende wie ein dünner Endzipfel (Endwarze, Endhaken Vogt und Yung) an dem stark angeschwollenen Haupttheile, was schon Pallas (196) als kolbigspitze Gestalt bezeichnete. Der Stiel, durch welchen sich der erweiterte Haupttheil der Blase mit dem Ringkanal verbindet, ist gewöhnlich kurz oder von nur mässiger Länge.

Abweichende Formen der Poli'schen Blasen sind selten und kommen dadurch zu Stande, dass mehrere Blasen von einem gemeinschaftlichen Stiele entspringen. Man kennt derartige Fälle nur wenige, nämlich *Synapta beselii* Jäg., *Holothuria caesarea* Ludw., *H. similis* Semp., *H. mexicana* Ludw., *H. africana* Théel, *Stichopus paradoxus* Lamp., *St. ananas* (Jäg.) und *Thyone chilensis* Semp.

b. Was die **Grösse** der Poli'schen Blasen anbelangt, so erreicht dieselbe ihren Höhepunkt bei gewissen Aspido- und Dendrochiroten und einigen Elasipoden. Bei den Aspido- und Dendrochiroten beträgt die Länge der Poli'schen Blasen in den meisten Fällen $^1/_4$—$^1/_{10}$ der Körperlänge, kann aber bis zur halben Körperlänge und noch darüber steigen. Beispiele für besonders grosse Poli'sche Blasen bieten unter den Aspidochiroten: *Holothuria imitans, samoana, pertinax, surinamensis* Ludw., *flavomaculata* Semp., bei denen sie $^1/_3$ der Körperlänge, *Holothuria insignis, curiosa, caesarea* Ludw., *Paelopatides confundens* Théel, bei denen sie $^1/_2$ der Körperlänge erreichen oder übersteigen. Unter den Dendrochiroten zeichnen sich durch besonders grosse Poli'sche Blasen aus: *Cucumaria conjungens* Semp., *C. japonica* Semp., *C. chierchiae* Ludw., *Phyllophorus frauenfeldi* Ludw., *Ph. holothurioides* Ludw., *Thyone spectabilis* Ludw., *Th. aurantiaca* (Costa) und namentlich *Cucumaria exigua* Ludw. und *C. godeffroyi* Ludw.; bei den beiden letztgenannten Arten beträgt ihre Länge $^1/_2$ bis $^4/_5$ der Körperlänge. Unter den Elasipoden ist bei *Orphnurgus scaber* Théel eine Poli'sche Blase von fast halber Körperlänge und bei einem Exemplar von *Oneirophanta mutabilis* Théel sogar eine solche von gleicher Länge mit dem Körper beobachtet worden. — Besonders kleine dagegen finden sich bei vielen Synaptiden und einzelnen Elasipoden, z. B. *Ilyodaemon maculatus* Théel. — Sind mehrere oder zahlreiche Poli'sche

Blasen zur Ausbildung gelangt, so sind sie unter sich gewöhnlich von ungleicher Grösse und es stehen grössere und kleinere unregelmässig durcheinander, so z. B. bei vielen *Chiridota*-*) und manchen *Synapta*-Arten**), ferner bei *Holothuria mexicana* Ludw., *africana* Théel, *Cucumaria maculata* Semp., *exigua* Ludw. und zahlreichen anderen.

c. **Zahl.** Die meisten Arten besitzen nur eine einzige Poli'sche Blase und auch bei denjenigen, welche eine grössere Zahl (2 oder mehr) haben, ist anfänglich (vergl. die Entwicklungsgeschichte) nur eine einzige vorhanden. Es ist nicht ohne Interesse, das Auftreten mehrerer oder zahlreicher Poli'schen Blasen durch die einzelnen Gruppen der Seewalzen etwas genauer zu verfolgen. Dabei stellt sich zunächst heraus, dass es nur drei Familien gibt, bei denen wir bis jetzt eine Vermehrung der Poli'schen Blasen nicht kennen; es sind das erstens die Molpadiiden und zweitens unter den Elasipoden die beiden Familien der Psychropotiden und Deimatiden. Auch unter den Elpidiiden ist die Einzahl der Poli'schen Blase noch die Regel; doch kommen hier schon einzelne Arten vor, welche deren zwei besitzen: *Elpidia incerta*, *willemoësi*, *Parelpidia elongata*, *cylindrica*, *Peniagone horrifer* und *vitrea* Théel. Die übrigen Familien dagegen zeigen zahlreiche Arten auf, bei denen die Poli'sche Blase sich vermehrt hat; dabei tritt zugleich die Erscheinung auf, dass die Zahl der Blasen bei derselben Art geringeren oder grösseren Schwankungen unterliegen kann. Des Näheren verhalten sich die betreffenden Familien folgendermaassen:

1. *Dendrochirotae*. Hier gibt es noch mehrere Gattungen, nämlich *Psolus*, *Psolidium*, *Colochirus*, *Actinocucumis*, deren sämmtliche Arten, soweit bis jetzt bekannt, nur eine Poli'sche Blase haben. Ebenso verhalten sich die meisten *Ocnus*-, *Orcula*- und *Thyone*-Arten. Dagegen fanden sich:

1—3 Blasen bei *Cucumaria exigua* Ludw., 1—4 bei *Phyllophorus japonicus* (v. Marenz.);

2 bei *Cucumaria grubii* v. Marenz., *serrata* Théel, *Ocnus javanicus* Sluit., *Thyone raphanus* Düb. und Kor., *similis* Ludw., *Phyllophorus parvus* und *occidentalis* (Ludw.), 2—5 bei *Cucumaria laevigata* (Verrill);

3 bei *Cucumaria miniata* (Br.), *perspicua* Ludw., *glaberrima* Semp. und *Thyone recurvata* Théel, 3—4 bei *Cucumaria dubiosa* Semp.;

4 bei *Cucumaria mendax* Théel, *serrata var. intermedia* Théel, *Pseudocucumis intercedens* Lamp. und *Phyllophorus magnus* (Ludw.), 4—6 bei *Thyone sacellus* (Sel.);

5 bei *Cucumaria punctata* Ludw., *Thyone rigida* Semp., *ovulum* und *gibber* (Sel.);

7—9 bei *Cucumaria maculata* Semp., 8 bei *Thyone rosacea* Semp., 9 bei *Orcula limaconotos* (Br.);

---

*) *Chiridota dubia*, *incongrua* Semp., *rufescens* Br., *discolor* Eschsch., *purpurea* (Less.), *rotifera* (Pourt.), *contorta* Ludw., *liberata* Sluit.

**) *Synapta striata* Sluit., *picta*, *verrilli*, *insolens* Théel.

zahlreiche bei *Thyone chilensis* Semp., *Theelia cataphracta* (Sel.), *Pseudocucumis acicula* (Semp.), *Phyllophorus perspicillum* (Sel.), *mollis* (Sel.), *schmeltzii* (Ludw.).

2. *Aspidochirotae.* In dieser Familie sind es nur die beiden kleinen Gattungen *Labidodemas* und *Pseudostichopus*, bei welchen eine Mehrzahl von Poli'schen Blasen bis jetzt noch von keiner Art bekannt geworden ist. In der Gattung *Mülleria* ist es nur die eine Art *M. agassizii* Sel., die mehr als eine, nämlich 2 Poli'sche Blasen besitzt. Etwas häufiger ist die Vermehrung der Blasen bei *Stichopus* und *Paelopatides*; so kommen bei *Stichopus variegatus* Semp. 1—2, bei *St. haytiensis, naso* Semp., *laevis* Sluit., *challengeri* Théel, *Paelopatides confundens* Théel 2, bei *St. badionotus* Sel. 3, bei *St. chloronotos* Br. meistens 3 und bei *St. paradoxus* Lamp. 4 vor; eine grössere Zahl, 10—12, aber nur bei *St. ananas* (Jäg.). Sehr häufig dagegen begegnen wir mehreren oder selbst zahlreichen Blasen in der Gattung *Holothuria*. Hier kennt man:

1—2 bei *Holothuria squamifera* Semp., *curiosa* Ludw. und *monacaria* Less., 1—3 bei *H. lubrica, vagabunda* Sel. und *imitans* Ludw., 1—5 bei *H. scabra* Jäg. und *impatiens* (Forsk.), 1—6 bei *H. tubulosa* (Gmel.) und *inornata* Semp., 1—7 bei *H. cinerascens* (Br.), 1—10 bei *H. atra* Jäg., 1—13 bei *H. mexicana* Ludw.;

2 bei *H. argus* (Jäg.), *gracilis, martensii* Semp. und *verrucosa* Sel., 2—4 bei *H. subditiva* und *pardalis* Sel., 2—5 bei *H. edulis* Less., 2—9 bei *H. immobilis* Semp.;

3 bei *H. captiva, occidentalis, signata, sulcata* Ludw., *similis* Semp., *thomsoni* Théel;

4 bei *H. truncata* Lamp. und *caesarea* Ludw.;

5 bei *H. fusco-cinerea* Jäg., *flavo-maculata* Semp. und *pyxis* Sel., 5—7 bei *H. marmorata* (Jäg.), 6 bei *H. aethiops* Br., 7 bei *H. ocellata* (Jäg.); 8—12 bei *H. oxurropa* Sluit.

Mehrere werden angegeben von *H. coluber* Semp. und *humilis* Sel., zahlreiche von *H. chilensis* Semp. und *africana* Théel.

3. *Synaptidae.* Diese Familie ist in ganz hervorragendem Maasse durch die ungemein häufige und sehr erhebliche Vermehrung der Poli'schen Blasen ausgezeichnet. Nur wenige Arten begnügen sich mit einzigen, so z. B. *Synapta gracilis, albicans* Sel., *incerta* Ludw., *ooplax* v. Marenz., *Chiridota australiana* Stimps., *japonica* v. Marenz. und die wenigen Arten der Gattungen *Myriotrochus* und *Acanthotrochus*. Dagegen kommen schon bei *Synapta similis* Semp. 1—2, bei *digitata* (Mont.) und *inhaerens* (O. F. Müll.) 1—3 vor. 2 fanden sich bei *S. vivipara* (Oerst.), *indivisa* Semp. und *challengeri* Théel, 4 bei *Synapta molesta, dubia* Semp., *asymmetrica* Ludw. und *Chiridota pisanii* Ludw., 5 bei *Synapta distincta* v. Marenz., *insolens* Théel und *Chiridota liberata* Sluit., 5—8 bei *Ch. typica* Sel., 5—16 bei *Ch. purpurea* (Less.), 6 bei *Synapta benedeni* Ludw., 6—7 bei *Chiridota contorta* Ludw., 6—12 bei *Ch. rufescens* Br., 7 bei *Ch. rotifera* (Pourt.) und *Anapta gracilis* Semp., 8 bei *Synapta lactea* Sluit., *Chiridota*

dubia und *incongrua* Semp., 8—10 bei *Synapta reticulata* und *panaensis* Semp., 9 bei *S. recta* Semp. und *vitiensis* Gräffe, 10 bei *S. striata* Sluit., 10—12 bei *Chiridota tigillum* Sel., 10—15 bei *Ch. laevis* (Fabr.), 14—15 bei *Ch. discolor* Eschsch., 14—16 bei *Ch. rigida* Semp., etwa 30 bei *Synapta orsinii* Ludw. und *kallipeplos* Sluit., zahlreiche, bis 50 und darüber, bei *S. nigra*, *glabra* Semp., *beselii* Jäg., *kefersteinii* Sel., *serpentina*, *lappa* J. Müll., *polii* Ludw.

d. **Stellung.** In der Regel ist es der ventrale Bezirk des Ringkanales, an welchem die Poli'sche Blase anhängt. Wenigstens gilt das fast ausnahmslos dann, wenn nur eine einzige Blase vorhanden ist. Nur bei einigen Dendrochiroten scheint die in der Einzahl vorhandene Blase dem dorsalen Theile des Ringkanales anzuhängen, so nach Semper's (238) Angaben bei *Cucumaria citrea*, *Ocnus pygmaeus*, *Colochirus cucumis*, *jagorii*, *Psolus boholensis* und *Thyone surinamensis* Semp. In beiden Fällen aber, sowohl wenn die in der Einzahl vorhandene Blase ventral als auch wenn sie dorsal liegt, ist es immer die linke Körperhälfte, in welcher sie ihre Stellung nimmt. Von sehr vielen Arten fehlt zwar in dieser Hinsicht eine bestimmte Angabe; wo aber eine solche vorliegt, lautet sie ausnahmslos für die linke Seite, so z. B. bei *Acanthotrochus mirabilis*, *Kolga hyalina* Dan. und Kor., *Elpidia glacialis* Théel, *Psolus phantapus* (Struss.), *Cucumaria planci* (Br.), *ignava* Ludw., *Colochirus doliolum* (Pall.), *Thyone belli* Ludw., *Ocnus typicus* Théel, sowie bei allen den vorhin genannten Semper'schen Arten, bei denen die Blase rückenständig ist. Nach den näheren Bemerkungen, die Semper macht, scheint es in den letzteren Fällen immer der linke dorsale Interradius zu sein, welchem die Blase angehört, in den anderen Fällen aber ist es der linke ventrale Interradius. Diese beiden linken Interradien bezeichnen also den Bezirk, in welchen überhaupt die Poli'sche Blase fällt, solange sie nur in einfacher Zahl zur Ausbildung gelangt.

Aber auch dann, wenn mehrere Blasen da sind, behalten sie ihre Vorliebe für die ventrale Region des Ringkanales, rücken aber zugleich zum Theile in die rechte Körperhälfte hinüber, so z. B. bei *Chiridota panaensis* Semp., *vitiensis* Gräffe, *rufescens* Br., *rigida* Semp., *Synapta nigra* Semp., *Elpidia incerta*, *Parelpidia elongata*, *Peniagone horrifer* Théel, *Holothuria similis* Semp., *signata*, *sulcata* Ludw., *pyxis* Sel., *fusco-cinerea* Jäg., *Cucumaria miniata* (Br.), *perspicua* Ludw., *laevigata* (Verrill), *Thyone rigida* Semp. Erst dann, wenn sich ihre Zahl ganz beträchtlich vergrössert, vertheilen sie sich auf den ganzen Umfang des Ringkanales — ein Verhalten, welches indessen nur bei wenigen Dendrochiroten und Synaptiden zur vollen Ausprägung gelangt, z. B. bei *Phyllophorus mollis* (Sel.), *Synapta beselii* Jäg., *kefersteinii* Sel., *glabra* Semp., *serpentina*, *lappa* J. Müll., *orsinii* Ludw.

Fassen wir das über Zahl und Stellung der Poli'schen Blasen Bemerkte zusammen, so ergibt sich, dass die Molpadiiden und Elasipoden die einfachsten Verhältnisse darbieten; dann folgen in aufsteigen-

der Linie die Aspidochiroten, Dendrochiroten und schliesslich die Synaptiden.

e. In Betreff des feineren **Baues** (VII, 10) der Poli'schen Blasen hatte schon Baur (10) richtig erkannt, dass derselbe sich von dem des Ringkanales nicht wesentlich unterscheidet. Semper (238) unterschied dann des Näheren vier Schichten, welche die Wandung der Blase zusammensetzen und in folgender Ordnung von aussen nach innen aufeinander folgen: 1. ein äusseres Wimperepithel (= Cölomepithel), 2. eine Bindegewebsschicht mit Längsverlauf ihrer Fasern, 3. eine Ringmuskelschicht, 4. ein inneres Wimperepithel. Diese Angaben wurden später von Jourdan (114) für *Holothuria* und *Cucumaria* und von Hamann (93) für *Synapta digitata* (Mont.) bestätigt, während Danielssen und Koren (50) bei ihrem *Trochostoma thomsonii* die Muskelschicht aus Längsfasern gebildet fanden und die Bindegewebsschicht in eine äussere, faserige und eine innere, hyaline, mit zahlreichen „Schleimzellen" ausgestattete Lage unterschieden. Diese „Schleimzellen" halte ich für dieselben, welche Jourdan als gelbliche, granulirte Zellen erwähnt; sie erinnern an die in der Lederhaut vorkommenden und gehören wahrscheinlich wie jene in die Kategorie der Wanderzellen (vergl. S. 33—34). Dass auch Kalkkörperchen in der Wand der Poli'schen Blasen auftreten können, hat bereits Joh. Müller (183) angegeben. Der oben (S. 113) erwähnte Endzipfel, welcher an der Poli'schen Blase der Dendrochiroten häufig vorkommt, ist nach Vogt und Yung (284) solide und von hornartiger Consistenz; er bildet gewissermaassen den Wirbel, nach welchem die Muskelfasern verlaufen, die nach denselben Forschern keine eigentlichen Ringfasern sind, sondern in niedrigen Spiralwindungen die Blase umkreisen.

5. Radialkanäle.

Nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse gewinnt es den Anschein, dass die von Tiedemann (273) bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) entdeckten Radialkanäle, auch Ambulacralkanäle genannt, ausnahmslos allen Seewalzen zukommen. Bei den mit Füsschen versehenen Gruppen, also den Elasipoden, Aspidochiroten (VII, 15) und Dendrochiroten, ist es leicht, sich von ihrer Anwesenheit zu überzeugen, schwieriger aber bei den füsschenlosen Synaptiden (VII, 12) und Molpadiiden. Das macht es erklärlich, dass gerade bei diesen beiden Familien widersprechende Angaben aufgestellt werden konnten und zum Theil noch heute festgehalten werden.

In Betreff der Synaptiden wird gewöhnlich angegeben, dass Quatrefages (210) die Existenz der Radialkanäle bei ihnen nachgewiesen habe. Betrachtet man aber die darauf bezügliche Abbildung bei Quatrefages, so erkennt man leicht, dass die dort als Radialkanäle gezeichneten Röhren mit den wirklichen Radialkanälen nichts zu thun haben; denn das in der Zeichnung angegebene Lageverhältniss zum

Kalkringe und zu den Längsmuskeln ist ein anderes als bei den wirklichen Radialkanälen; immerhin ist es möglich, ja wahrscheinlich, dass Quatrefages diese dennoch gesehen, aber ihr Lageverhältniss falsch aufgefasst hat. Jedoch schon vor Quatrefages hatte Jäger (110) bei seiner *Synapta beselii* fünf *„vasa locomotoria“* beobachtet, die kaum etwas anderes sein können als die Radialkanäle. Joh. Müller (185) verbesserte auf diese Jäger'sche Beobachtung hin seine anfänglich (184) geäusserte Meinung, dass die Synaptiden der Radialkanäle entbehren, in das Gegentheil. Später aber glaubten sowohl Baur (10), als auch Semper (238), Teuscher (261), M. Sars*), Semon (233) und neuerdings wieder Lampert (134), Théel (267) und Vogt und Yung (284) das Vorkommen der Radialkanäle bei den Synaptiden in Abrede stellen zu müssen. Dem gegenüber hat indessen Hamann (93) wenigstens für *Synapta digitata* (Mont.) den überzeugenden Nachweis gebracht, dass sie dennoch vorhanden sind (VII, 12), und Semon hat sich ihm in seiner letzten Arbeit (237) unter Aufgabe seiner früheren Ansicht angeschlossen.

Bei den Molpadiiden hat Joh. Müller (184) die Radialkanäle zuerst bei seiner *Molpadia chilensis* gesehen, aber für Blutgefässe gehalten. Semper (238) bestätigt ihr Vorkommen bei *Haplodactyla molpadioides* Semp. und *Caudina arenata* (Gould), Teuscher (261) und Kingsley (117) desgleichen bei *Caudina arenata*, Sluiter (241) bei *Haplodactyla hyaloeides***) Sluit. und *Caudina caudata* (Sluit.) und endlich Danielssen und Koren (50) bei *Trochostoma thomsonii* und *Ankyroderma jeffreysii* Dan. und. Kor. Die einzige gegentheilige Angabe, auf welche sich die Ansicht Théel's (267), dass einem Theile der Molpadiiden die Radialkanäle fehlen, stützen kann, ist die Bemerkung von Semper, dass er bei *Eupyrgus* (= *Echinosoma* Semp.) die Radialkanäle vergeblich gesucht habe. Im Hinblick aber auf die Weise, in welcher sich unsere Kenntniss der Radialkanäle bei den Synaptiden entwickelt hat, dürfte die Vermuthung gestattet sein, dass erneute Untersuchungen das Vorhandensein dieser Organe auch bei *Eupyrgus* lehren werden.

Eine andere Frage ist es, ob bei allen Seewalzen alle fünf Radien einen Radialkanal beherbergen oder ob nicht bei einzelnen Formen doch ein Theil der Radien der Kanäle verlustig gegangen sei. So hat Teuscher (261) die einer Nachuntersuchung werthe Behauptung aufgestellt, dass bei *Psolus squamatus* (Düb. und Kor.) die beiden Radien des Biviums der Radialkanäle entbehren. Für die Elasipoden war Théel anfänglich (263) zu einer ähnlichen Meinung gelangt, indem er sich überzeugt zu haben glaubte, dass bei seiner *Elpidia glacialis* nur die beiden seitlichen Radien

---

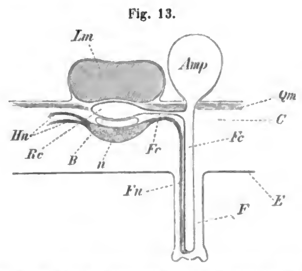
*) In Koren und Danielssen (120).

**) Lampert (134) nennt es „fälschlich citiren“, dass ich (156) die Sluiter'sche Original-Schreibweise *„hualoeides“* in *„hyaloeides“* verändert habe. Mit dieser Art „falsch zu citiren“ werde ich aber getrost so lange fortfahren, bis es Lampert gelingt zu zeigen, dass glashell auf griechisch nicht ὕαλος, sondern οὔαλος heisst.

der Bauchseite Ambulacralkanäle besitzen, die noch dazu durch schiefe Scheidewände in eine Anzahl hintereinander gelegener Kammern getheilt seien. Danielssen und Koren (50) gaben gleichfalls an, dass bei den von ihnen beschriebenen Elasipoden: *Kolga hyalina* und *Irpa abyssicola* nur die beiden seitlichen Radialkanäle des Triviums zur Ausbildung gelangt seien, stellten aber gleichzeitig die von Théel in den Radialkanälen der *Elpidia glacialis* behaupteten Septen in Abrede. Théel (266) sah sich in Folge dessen veranlasst die *Elpidia* einer nochmaligen Prüfung zu unterziehen, welche ihn zu dem Ergebnisse führte, dass jene Septen auf einer irrthümlichen Auffassung der Füsschenampullen beruhten und dass ferner nicht nur bei diesen, sondern bei allen von ihm untersuchten Elasipoden-Arten in Wirklichkeit nicht zwei, sondern fünf Radialkanäle vorhanden sind. Leider war Théel nicht in der Lage seine Beobachtungen auch auf die beiden Danielssen und Koren'schen Arten ausdehnen zu können. Es wird aber gestattet sein mit ihm anzunehmen, dass auch diesen Arten fünf Radialkanäle zukommen.

Dass es auch Holothurien mit 10 Ambulacren und dementsprechend 10 Radialkanälen des Wassergefässsystemes gebe, war von Semper (238) für die Gattung *Rhopalodina* behauptet worden. Es gelang mir (148, 161c) aber, den Nachweis zu erbringen, dass diese Behauptung nur durch eine irrige Auffassung des eigenthümlichen Verlaufes der fünf Radialkanäle hervorgebracht worden ist.

Fig. 13.



Schematischer Querschnitt durch ein Ambulacrum einer Seewalze. *E* äusseres Körperepithel, *C* Lederhaut, *F* Füsschen, *Fc* Füsschenkanal, *Fn* Füsschennerv, *Amp* Füsschenampulle, *Rc* Radialkanal des Wassergefässsystemes, *B* radiales Blutgefäss, *N* Radialnerv, *Hn* Hautnerven, *Qm* Quermuskulatur der Körperwand, *Lm* Längsmuskulatur der Körperwand.

Da wir auf den Ursprung der Radialkanäle aus dem Ringkanale, ihren Verlauf und ihre Beziehungen zu den Fühlerkanälen, bei der Betrachtung der letzteren (S. 120) zurückkommen müssen, so genügt es an dieser Stelle hervorzuheben, dass die Radialkanäle direct aus dem

Ringkanale entspringen und, nachdem sie der Innenseite der Radialnerven sich angelagert haben, zusammen mit diesen durch die Einschnitte oder Löcher der Radialstücke des Kalkringes hindurchtreten. Alsdann durchziehen sie die Radien der Körperwand der Länge nach und endigen schliesslich blindgeschlossen in der Umgebung der Afteröffnung. In den Radien ist ihre Lage stets eine solche, wie sie die vorstehende schematische Figur erläutert, also nach innen von dem in der Tiefe der Lederhaut gelegenen Radialnerven (vergl. VII, 15 und Fig. 13 auf S. 119).

In ihrem feineren Baue zeigen sie die zuerst von Semper (238) erwähnte und dann durch Hamann (91 und 93) bestätigte Eigenthümlichkeit, dass die lediglich aus einer Lage von Längsfasern gebildete Muskelschicht nicht um den ganzen Kanal herumgeht, sondern sich auf dessen obere, d. h. dem Radialnerv zugekehrte Wand beschränkt (VII, 12). Leider sind es nur wenige Arten, bei welchen dies Verhalten festgestellt worden ist, nämlich *Synapta digitata* (Mont.), *Cucumaria planci* (Br.)*) und *C. japonica* Semp., sodass die Frage, ob diese Einrichtung allen Seewalzen zukomme, einstweilen unbeantwortet bleiben muss. — Bemerkenswerth ist eine Angabe, welche Hamann (93) über die Radialkanäle der *Synapta digitata* macht, dass nämlich zwischen ihren Wandungen sich hier und da bindegewebige, mit Epithel überzogene Verbindungsstränge ausstrecken.

6. Fühlerkanäle.

Als Fühlerkanäle (oder Tentakelgefässe) werden sehr häufig (z. B. von Bronn, Selenka, Semper, Kingsley) die vom Ringkanal abgehenden (VII, 9k; 11b) Gefässe bezeichnet, welche in der Umgebung des Schlundes nach dem Kalkringe hinziehen; an der Innenseite des Kalkringes setzen sie ihren nach vorn gerichteten Verlauf fort um am Vorderrande desselben in die Fühlerschläuche überzugehen, welche in die Fühler eintreten und uns schon bei deren Betrachtung (S. 90) bekannt geworden sind. Wir werden aber gleich sehen, dass die Benennung der in Rede stehenden Kanäle als „Fühlerkanäle" nur geeignet ist falsche Vorstellungen hervorzurufen. Lassen wir nämlich die eine Familie der Synaptiden zunächst einmal ganz bei Seite, so zeigt sich bei allen anderen Familien als ausnahmslose Regel, dass die vom Ringkanal nach dem Kalkringe hinziehenden Kanäle keineswegs unmittelbar und allein die Fühler versorgen, sondern die Anfangsstücke der fünf Radialkanäle darstellen. Will man diesen Anfangsstücken dennoch einen besonderen Namen geben, was mir ganz unnöthig zu sein scheint, so mag man sie immerhin mit Théel (266) als „Hauptkanäle" bezeichnen.

*) Ob Hamann auch noch einige andere mittelmeerische Arten speciell auf diesen Punkt untersucht hat, geht aus seinen Mittheilungen nicht genau hervor.

Stets sind dieselben in der Fünfzahl*) vorhanden, wobei wir immer wieder die Synaptiden einstweilen unberücksichtigt lassen. Entsprechend ihrer wahren Bedeutung als Radialkanäle liegen sie unabänderlich in der Richtung der Radien. Ihr Lumen steht mit dem des Ringkanales bei den Dendrochiroten durch eine enge, bei den Aspidochiroten durch eine weite Oeffnung in Verbindung. Am Kalkringe angekommen befestigen sie sich durch Bindegewebe an die Innenseite seiner Radialstücke und sind auch während ihres Verlaufes vom Ringkanale bis zum Kalkringe durch Bindegewebszüge mit dem Schlundrohre und unter sich in Zusammenhang; auf diese bindegewebigen Befestigungen der Radialkanäle werden wir bei der Betrachtung des „Schlundkopfes" (siehe Verdauungsorgane) zurückkommen. Falls die Radialia des Kalkringes nach hinten gerichtete Gabelschwänze (S. 84) besitzen, so fassen die beiden Aeste eines jeden Gabelschwanzes je einen Radialkanal zwischen sich. An der Innenseite der radialen Kalkringstücke geben die Radialkanäle seitliche Aeste ab, welche für die Fühler bestimmt sind**). Diese Aeste erst sind es, welche den Namen Fühlerkanäle verdienen. Ihre Zahl scheint immer derjenigen der Fühler zu entsprechen, sodass also jeder Fühlerkanal direkt aus einem Radialkanal seinen Ursprung nimmt. Ob es auch vorkommt, dass ein Fühlerkanal nicht direkt von einem Radialkanal, sondern von einem anderen Fühlerkanal sich abzweigt, ist bis jetzt noch nicht näher untersucht worden. Die fünf Radialkanäle scheinen, soweit Beobachtungen vorliegen, sich bei einer durch 5 theilbaren Fühlerzahl immer in gleicher Weise an der Abgabe von Fühlerkanälen zu betheiligen. Sind also beispielsweise 10 Fühler wie bei *Cucumaria planci* (Br.) vorhanden, so gibt jeder Radialkanal jederseits je einen Fühlerkanal für die beiden ihm zunächst liegenden Fühler ab. Bei 15 Fühlern, z. B. bei *Trochostoma thomsonii* Dan. und Kor., gehen von jedem Radialkanal drei Fühlerkanäle ab. Bei 20 Fühlern, z. B. bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.), entspringen von jedem Radialkanale jederseits zwei Fühlerkanäle. Wie sich dagegen die Radialkanäle bezüglich der Abgabe von Fühlerkanälen bei einer nicht durch 5 theilbaren Fühlerzahl verhalten, ist noch zu untersuchen.

Die Synaptiden haben wir deshalb bis jetzt ausser Acht gelassen, weil ihre Fühlerkanäle (VIII, 1b) in scharfem Gegensatze zu allen anderen Seewalzen unmittelbar aus dem Ringkanale ihre Entstehung nehmen. In ihrem Verlaufe vom Ringkanale bis zum Kalkringe und in ihrer Lagebeziehung zu diesem verhalten sie sich ebenso wie die Radialkanäle der

---

*) Nach der etwas verworrenen Darstellung, welche Vogt und Yung (284) von den Beziehungen der „Ambulacralkanäle" zu den „Tentakelkanälen" der *Cucumaria planci* (Br.) geben, könnte es scheinen, als wenn bei dieser Art die Verhältnisse anders lägen als bei den übrigen Dendrochiroten, was aber keineswegs der Fall ist. Die Tentakelkanäle entspringen auch bei dieser Art nicht unmittelbar aus dem Ringkanal, sondern aus den Radialkanälen.

**) Tiedemann (273), Jäger (110) und Koren (119) waren der, wie Joh. Müller (184) zeigte, irrthümlichen Ansicht, dass an dieser Stelle die Radialkanäle durch einen zweiten, vorderen Ringkanal miteinander verbunden seien.

übrigen Holothurien. In der Regel entspringt jeder Fühlerkanal unmittelbar aus dem Ringkanale, sodass ihrer im Ganzen ebensoviele den Ringkanal verlassen als Fühler vorhanden sind. Es gibt aber auch Ausnahmen von dieser Regel, die theils individueller, theils anscheinend specifischer Art sind. So wird von *Synapta digitata* (Mont.) durch Baur (10) angegeben, dass von ihrem Ringkanale mitunter nur 8, 9, 10 oder 11 statt der regelmässigen 12 Fühlerkanäle abgehen, dass dann aber so viele derselben sich gabeln, als nöthig ist um schliesslich doch alle 12 Fühler zu versorgen. Leider gibt Baur nicht näher an, ob es beliebige oder ganz bestimmte Fühlerkanäle sind, die sich in solchen Fällen gabeln; es würde von Interesse sein durch eine genauere Untersuchung diesen Punkt aufzuklären. Ferner fanden Danielssen und Koren (50), dass bei ihrem *Acanthotrochus mirabilis* nur 10 Fühlerkanäle den Ringkanal verlassen, dass aber zwei derselben sich gabeln und auf solche Weise doch jeder der 12 Fühler seinen Wassergefässsast bekommt; sie konnten auch feststellen, dass es zwei ventrale und einander gegenüberliegende Fühlerkanäle sind, welche sich gabeln. Um aber auf den direkten Ursprung der Fühlerkanäle aus dem Ringkanal überhaupt zurückzukommen, möchte ich bemerken, dass von diesem Verhalten der Synaptiden vielleicht doch eine Brücke zu dem der übrigen Holothurien hinüberführt. Wie verhalten sich denn die Radialkanäle, welche bei allen anderen Familien die Fühlerkanäle sind, zu diesen bei den Synaptiden? Eine Beantwortung dieser Frage ist bis jetzt nur in sehr beschränktem Maasse möglich, da nur ein einziger Autor, nämlich Hamann (93), bei der einen Art, *Synapta digitata*, Beobachtungen gemacht hat, welche sich hier verwenden lassen. Derselbe gibt an, dass die Radialkanäle aus einer kleinen Ausbuchtung der Fühlerkanäle ihren Ursprung nehmen. Es stehen also fünf von den zwölf Fühlerkanälen in unmittelbarem Zusammenhang mit den Radialkanälen und man braucht den Befund Hamann's nur anders zu deuten um in diesen 5 Fühlerkanälen, in Uebereinstimmung mit den Fühlerkanälen der übrigen Holothurien, Aeste der Radialkanäle zu erkennen; wenn man nämlich das von der Abgangsstelle des Radialkanales bis zum Ringkanal reichende Kanalstück dem Radialkanal (als erweitertes Basalstück desselben) zurechnet, statt in ihm bereits den „Tentakelkanal" selbst zu sehen, so gibt nicht der Fühlerkanal den Radialkanal, sondern umgekehrt der Radialkanal den Fühlerkanal ab. Für die übrigen sieben Fühlerkanäle der *Synapta digitata* bleibt aber für die Vergleichung mit Holothurien anderer Familien die frühere Schwierigkeit ihres direkten Ursprunges aus dem Ringkanale bestehen und lässt sich meines Erachtens nur durch die Annahme lösen, dass bei *Synapta digitata* (und mit entsprechender Abänderung der Zahlen auch bei den anderen Synaptiden) früher auch diese 7 Fühlerkanäle nicht aus dem Ringkanale, sondern aus den Radialkanälen abzweigten, später aber ihren Ursprung auf den Ringkanal selbst verlagerten. Diese Ansicht steht in engem Zusammenhange mit meiner später im entwicklungsgeschichtlichen und phylogene-

tischen Kapitel zu begründenden Meinung, dass die Synaptiden, im Gegensatze zu der neuerdings von Semon (237) mit grossem Geschick vertretenen Auffassung, keineswegs als die relativ ursprünglichsten Holothurien angesehen werden können.

Der feinere Bau der Fühlerkanäle der Synaptiden ist durch Hamann (93) näher bekannt geworden. Bis auf einen Punkt (den Besitz einer doppelten Muskelschicht) entspricht er dem Bau der übrigen Wassergefässkanäle. Von aussen nach innen fand der genannte Forscher bei *Synapta digitata* (Mont.) die folgenden Schichten: 1. ein äusseres Epithel, 2. eine den Fühlerkanälen eigenthümliche äussere, der Länge nach verlaufende Muskellage, 3. eine Bindegewebsschicht, 4. eine Ringmuskelschicht, welche eine Fortsetzung der Muskulatur des Ringkanales ist, und 5. ein inneres Epithel. Eine andere Eigenthümlichkeit der Fühlerkanäle der Synaptiden besteht in den von Wyv. Thomson (270)*) an den Jungen der *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) entdeckten, später von Hamann (93) an erwachsenen Thieren wieder aufgefundenen und von Semon (236) bestätigten Semilunarklappen. Dieselben befinden sich in dem der Innenseite des Kalkringes anliegenden Abschnitte der Fühlerkanäle und bilden einen taschenförmigen Ventilapparat, welcher den Rückfluss der Wassergefässflüssigkeit aus dem Fühler in den Fühlerkanal verhindern kann. Jede Klappe besteht aus einer muskulösen, von Epithel überkleideten Membran von halbmondförmiger Gestalt, welche in der Weise an die Innenfläche des Fühlerkanales befestigt ist, dass ihr freier, concaver Rand dem Fühler, dagegen ihr convexer Rand dem Ringkanale zugekehrt ist; ihre Muskelfasern verlaufen mit dem freien Rande parallel.

7. Fühlerampullen.

Wenn der Fühlerkanal am vorderen Rande des Kalkringes angekommen ist um von hier aus seinen Weg in den Fühlerkanal zu nehmen, entwickelt er an dieser Stelle sehr häufig einen kürzeren oder längeren Blindsack, welcher sich in der Richtung von vorn nach hinten über die Aussenseite des Kalkringes lagert und entweder seiner ganzen Länge nach oder nur mit seiner Basis (VII, 11) an dem Kalkring befestigt ist. Der Blindsack führt den Namen Fühlerampulle und stimmt in seinem feineren Baue durchaus mit dem Fühlerkanale überein, von dem er sich ausgestülpt hat. Der Zahl nach entsprechen die Fühlerampullen stets den Fühlern; insbesondere kommt es niemals vor, dass etwa nur ein Theil der Fühler mit Ampullen ausgestattet wäre.

---

*) Die Nummer 270 des Literaturverzeichnisses ist auf Seite 13 durch ein Versehen einem anderen Autor (Will. Thompson) zugeschrieben, was zu verbessern ist.

Die erste Beobachtung der Fühlerampullen rührt von **Bohadsch** (30) her, der sie als „wurmförmige Bänder“ beschreibt; auch O. J. **Müller** (188 und 189) liess sie nicht unbemerkt. Beiden aber entging die Beziehung der Ampullen zu den Füsschenkanälen und so konnten sie zu dem auch noch von **Cuvier** (46) festgehaltenen Irrthum kommen, dass sie Speichelorgane in ihnen sahen. — eine Ansicht, welche **Tiedemann** (273) mit Recht zurückwies, indem er gleichzeitig die wahre Natur der Fühlerampullen kennen lehrte.

In ihrem Vorkommen vertheilen sich dieselben so auf die einzelnen Gruppen der Seewalzen, dass sie den Elasipoden und Dendrochiroten vollständig fehlen, dagegen bei den Synaptiden, Molpadiiden und Aspidochiroten in der Regel vorhanden sind. Am schwächsten ausgebildet sind sie bei den Synaptiden. Hier treten sie als bläschenförmige Aussackungen der Fühlerkanäle auf, welche sich aussen auf die Verbindungsstellen der Kalkringglieder auflagern. **Joh. Müller** (184) erwähnte ihrer zuerst bei *Synapta beselii* Jäg. und *S. digitata* (Mont.), und von der zuletzt genannten Art beschrieben **Baur** (10) und **Hamann** (93) sie ausführlicher. Bei den Molpadiiden wurden sie ebenfalls von **Joh. Müller** (184) entdeckt und zwar an seiner *Molpadia chilensis*. Seitdem sind sie von anderen Forschern bei sämmtlichen Gattungen der Molpadiiden constatirt worden, mit alleiniger Ausnahme von *Eupyrgus*, wo **Semper** (238) ihr Vorkommen in Abrede stellte. Durchgängig haben sie bei den Molpadiiden schon die gestreckte, cylindrische, am blinden Ende abgerundete oder zugespitzte Gestalt, in der wir sie bei den Aspidochiroten antreffen, und hängen auch wie bei diesen frei in die Leibeshöhle. Den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen sie bei den Aspidochiroten, fehlen hier keiner einzigen Art und sind oft von ganz erheblicher Länge. Als Beispiele für ihre verschiedene Grösse im Innern dieser Familie mögen die folgenden Angaben dienen. Verhältnissmässig klein (kurz) sind sie bei *Labidodemas dubiosum* Ludw., *Holothuria strigosa*, *subditiva*, *pervicax* Sel., *fusco-cinerea* Jäg., *monacaria* (Less.); lang bei *Mülleria agassizii*, *parvula* Sel., *Stichopus kefersteinii* Sel., *Holothuria atra, scabra* Jäg., *vagabunda, languens*, *verrucosa* Sel.; sehr lang bei *Mülleria miliaris* (Quoy und Gaim.), *obesa* Sel., *maculata* (Br.), *Stichopus ananas* Jäg., *Holothuria immobilis, coluber*, *similis* Semp.; bei *Holothuria caesarea* Ludw. werden sie 3 cm lang bei einer Gesammtlänge des Körpers von 11 cm, bei *Stichopus fuscus* Ludw. 4 cm lang bei 19 cm Körperlänge.

Für die Aufnahme der Fühlerampullen besitzt die Aussenseite des Kalkringes bei den Synaptiden und Molpadiiden deutliche Gruben, welche bei den Synaptiden regelmässig so angebracht sind, dass sie den Verbindungsstellen von je zwei Kalkringgliedern entsprechen. An der Bildung einer jeder solchen **Fühlergrube** betheiligen sich also bei den Synaptiden je zwei benachbarte Stücke des Kalkringes und es entsprechen demnach die Fühler in ihrer Stellung eigentlich nicht den Kalkringgliedern, sondern stehen abwechselnd mit ihnen. Bei den Molpadiiden

verhalten sich 10 von den 15 Fühlerampullen ebenso zu dem Kalkringe, wie bei den Synaptiden, d. h. also sie stehen abwechselnd mit den Kalkringgliedern und ihre Fühlergruben werden unter Betheiligung von je einem Radiale und einem Interradiale des Kalkringes gebildet; für die 5 übrigen Fühlerampullen entwickelt sich auf der Aussenseite eines jeden Radialstückes eine diesem allein angehörige Fühlergrube, welche dem Zwischenraum zwischen der grossen und der kleinen Zinke (s. S. 87, 88) entspricht.

8. Füsschenkanäle.

Die Füsschenkanäle treten nur bei manchen Elasipoden nach ihrem Austritte aus dem Radialkanal sofort in die Füsschen ein. Gewöhnlich aber verlaufen sie nach aussen von der Quermuskulatur der Körperwand eine Strecke weit parallel mit deren innerer Oberfläche und biegen dann erst in der Richtung nach der äusseren Körperoberfläche in die Höhe um durch die Lederhaut aufzusteigen und in das Füsschen, bez. die Ambulacralpapille einzutreten, woselbst sie blindgeschlossen endigen. An jener Umbiegungsstelle geben sie in der Regel nach innen die nachher zu besprechende Ampulle ab. Ihre Wandung ist ebenso gebaut wie die Wand des Radialkanales, aus dem sie entspringen. Ihr Verhalten im Inneren der Füsschen und Papillen haben wir schon früher (S. 109) kennen gelernt. In der Regel scheinen die Füsschenkanäle niemals in paariger, sondern in beiderseits abwechselnder Stellung aus dem Radialkanal auszutreten, auch dann, wenn äusserlich betrachtet die Füsschen eines jeden Radius in einer einfachen Reihe geordnet zu sein scheinen (z. B. bei mehreren *Ocnus*-Arten, vergl. S. 106). Entweder versorgt jeder Füsschenkanal nur ein einziges Füsschen, z. B. bei *Cucumaria planci* (Br.), *frondosa* (Gunn.) und zahlreichen anderen, oder aber er sendet Nebenäste aus, welche nach kurzem Verlaufe ebenso wie der Hauptstamm eine Ampulle entwickeln und durch die Haut hindurch in ein Füsschen eintreten, z. B. bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.), wo nach Tiedemann (273) jeder Füsschenkanal in dieser Weise 4—6 Füsschen versorgt. Wie weit derartige einfache und verästelte Füsschenkanäle auf die einzelnen Gruppen der pedaten Holothurien vertheilt sind, bedarf noch der näheren Untersuchung und Feststellung.

Unter rudimentären Füsschenkanälen verstehen wir Aeste der Radialkanäle, welche in der Haut blind endigen ohne in Füsschen einzutreten. Nach Tiedemann sollen solche rudimentäre Füsschenkanäle neben den wohlentwickelten bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) vorkommen. Ob dem wirklich so ist und ob es sich dabei nicht vielleicht nur um vorübergehende Entwicklungszustände wohlentwickelter Füsschenkanäle handelt, kann ebenfalls erst durch neue Untersuchungen klargelegt werden. Bei den Molpadiiden sind von mehreren Forschern rudimentäre Füsschenkanäle angegeben worden, so von Semper (238) bei *Haplo-*

dactyla molpadioides Semp. und *Caudina arenata* (Gould), von Danielssen und Koren (50) bei ihrem *Trochostoma thomsonii*, von Sluiter (241) bei *Haplodactyla hyalocides* Sluit. und *Caudina caudata* (Sluit.); dagegen stellt Teuscher (261) ihr Vorkommen bei *Caudina arenata* (Gould) in entschiedene Abrede und auch bei *Eupyrgus* sollen sie nach Semper mitsammt den Radialkanälen fehlen. Ob demnach der Besitz rudimentärer Füsschenkanäle auf bestimmte Gattungen und Arten der Molpadiiden beschränkt oder vielleicht doch eine allgemeine Eigenschaft dieser ganzen Familie ist, kann erst durch weitere Untersuchungen aufgeklärt werden. Schliesslich soll nicht unerwähnt bleiben, dass nach Théel (266) auch bei einigen Elasipoden rudimentäre Füsschenkanäle vorkommen, z. B. bei *Oneirophanta mutabilis* Théel.

9. Füsschenampullen.

An der Stelle, wo der Füsschenkanal umbiegt um durch die Dicke der Haut aufzusteigen, entsendet er in der Richtung nach der Leibeshöhle eine bläschenförmige Aussackung, welche seit Cuvier (46) bekannt ist und als Füsschenampulle oder Ambulacralbläschen bezeichnet wird. Entweder lagert sich die Ampulle zwischen Lederhaut und Quermuskulatur der Körperwand und bleibt dann an ihrer Innenseite von dieser Muskulatur überlagert, oder sie drängt die Quermuskulatur auseinander und ragt nunmehr frei in die Leibeshöhle hinein. Im ersteren Falle wollen wir die Ampulle als verdeckte, im zweiten Falle als freie bezeichnen.

Die freie Ampulle treibt die Epithelauskleidung der Leibeshöhle vor sich her, sodass sie einen Ueberzug dieses Epithels erhält. Auch im Uebrigen erinnert der Bau der freien Füsschenampullen sehr an den der Poli'schen Blasen (S. 117), ohne aber ganz damit übereinzustimmen. Es sind zwar, nach Semper (238) und Hamann (91), dieselben Wandschichten vorhanden, nämlich von aussen nach innen: 1. äusseres Wimperepithel (= Cölomepithel), 2. Bindegewebsschicht, 3. Muskelschicht, 4. inneres Wimperepithel, aber die Richtung des Faserverlaufes ist in der Muskelschicht und zum Theil auch in der Bindegewebsschicht eine andere als bei den Poli'schen Blasen. Die Fasern der Muskelschicht verlaufen in den Ampullen der Länge nach, während die Fasern der innersten Bindegewebslage ringförmig angeordnet sind. Dazu kommt, dass nach Hamann die von der Fühlerampulle durchbrochene Quermuskulatur der Körperwand sich um den basalen Theil der Ampulle zu einer als Sphinkter functionirenden Ringmuskulatur gruppirt. Bald sind die freien Füsschenampullen sehr klein und kaum bemerkbar, z. B. bei *Holothuria atra* Jäg., *coluber* Semp., *Thyone ovulum* Sel., oder sie sind kräftig entwickelt, ein bis mehrere mm gross, und hängen dann deutlich erkennbar frei in die Leibeshöhle, wie z. B. bei *Mülleria mauritiana* (Quoy und Gaim.), *maculata* (Br.), *agassizii* Sel., *Holothuria marmorata* (Jäg.), *lubrica* Sel., *similis, gräffei,* Semp., *Cucumaria frondosa*

(Gunn.), *miniata* (Br.), *Phyllophorus perspicillum* (Sel.), *Thyone sacellus* (Sel.), *Rhopalodina lageniformis* Gray. Dass sie in ihrer Anordnung die Stellung der zugehörigen Füsschen wiederholen, braucht kaum besonders angegeben zu werden; nur insoweit, als sie in den Bereich der Längsmuskeln der Körperwand fallen, werden sie von diesen zur Seite gedrängt und ragen dann, nicht selten in dichter Reihe, an den Rändern der Längsmuskeln hervor. Ihrer Form nach sind sie bei den Aspido- und Dendrochiroten gewöhnlich oval oder länglich, mit glatter Oberfläche. Bei den Elasipoden kommen sie in dieser einfachen Gestalt nur an den Rückenpapillen von *Ilyodaemon maculatus* Théel vor, wo sie zugleich die ansehnliche Grösse von 10—15 mm erreichen. Bei einigen anderen Deimatiden jedoch sind zwar auch freie, den meisten Elasipoden fehlende Ampullen vorhanden, aber sie haben nicht mehr die einfache Blasenform, sondern sind mit kurzen Blindsäcken besetzt; derartige „verästelte“ freie Ampullen beschreibt Théel (266) an den Rückenpapillen von *Orphnurgus asper* und *Pannychia moseleyi* Théel.

Verdeckte Ampullen („*ambulacral cavities*“ Théel“) sind bis jetzt nur von Elasipoden bekannt. Ebenso wie die freien Ampullen sind sie entweder einfach, d. h. unverästelt, oder verästelt. In einfacher Gestalt treten sie an den Füsschen (und Papillen) der Gattung *Laetmogone* (unter den Deimatiden) und der meisten Elpidiiden auf. Gewöhnlich stellt jede dieser Ampullen (VII, 13) einen flachen, geräumigen Sack vor, der an seiner Basis, d. h. da wo er sich mit dem Füsschenkanal verbindet, viel breiter ist als an seinem blinden Ende; die Ampullen der Füsschen sind ferner quer zur Längsaxe des Körpers gestellt und reichen von den seitlichen ventralen Radien aus eine beträchtliche Strecke weit in die ventralen Interradien. Die Blasen der hintereinander gelegenen Füsschenampullen sind in der Längsrichtung des Körpers oft so stark verbreitert, dass sie sich gegenseitig berühren (VII, 13). Nach Danielssen und Koren (50) besitzen sie bei *Kolga hyalina* sowohl Ring- als Längsmuskulatur, während Théel (263) ihnen bei *Elpidia glacialis* nur Ringmuskulatur zuspricht. — Verästelte, d. h. mit einfachen oder gegabelten Blindsäcken besetzte, bedeckte Ampullen werden bei den Gattungen *Oneirophanta, Deima, Orphnurgus, Ilyodaemon, Pannychia* (also fast allen Deimatiden) und bei *Achlyonice* (unter den Elpidiiden) angetroffen (VII, 14); bei *Oneirophanta* und *Deima* sowohl an den Füsschen als auch an den Papillen, bei den übrigen nur an den Füsschen. Bei *Orphnurgus scaber* Théel ereignet es sich, dass eine verästelte Füsschenampulle zum Theile verdeckt liegt, zum anderen Theile frei in die Leibeshöhle hängt, und so den Beweis liefert, dass eine scharfe Grenze zwischen freien und verdeckten Ampullen nicht vorhanden ist.

Bei den Psychropotiden sind überhaupt keinerlei Ampullen zur Entwicklung gelangt, dafür sind aber bei ihnen die Füsschenkanäle durch ein weiteres Lumen ausgezeichnet. Ob auch bei anderen Familien ein völliger Mangel der Ampullen vorkommt, bedarf noch der Untersuchung.

10. Homologie der Fühler und Füsschen.

In ihrem feineren Baue, in ihrer Beziehung zu den Radialkanälen des Wassergefässsystemes und ihrer, wenn auch nicht immer vorhandenen Verbindung mit Fühlerampullen zeigen die Fühler so viele Aehnlichkeiten mit den Füsschen und Füsschenampullen, dass seit Tiedemann und Joh. Müller alle Forscher in der Ansicht einig sind, dass Fühler und Füsschen morphologisch gleichwerthige Gebilde darstellen. Die Nervenversorgung stimmt zwar nicht ganz dazu, weil die Fühlernerven nicht wie die Füsschennerven direkt von den Radialnerven, sondern vom Ringnerven herkommen; indessen fällt dieser Umstand gegenüber der sonstigen Uebereinstimmung nicht weiter ins Gewicht. Wenn nun aber auch die allgemeine Homologie der Fühler und Füsschen allseitig zugestanden wird, so fragt es sich doch noch, wie weit sie sich im Einzelnen durchführen lässt; insbesondere erhebt sich die Frage, ob der Fühler einem einzelnen Füsschen oder einer Gruppe von Füsschen entspricht. Semper (238) vertrat die letztere Ansicht und da er zugleich der Einzige ist, der Gründe dafür anführt, so kann ich mich auf eine Besprechung seiner Auffassung beschränken. Er stützt sich auf zwei Gesichtspunkte: 1. dass der Fühlerkanal dem Radialkanal entspreche; wie dieser die Füsschenkanäle abgebe, so entsende jener Zweige in die Fiederästchen, Endläppchen und Zweige der Fühler. 2. Der Fühler selbst ahme bei einzelnen Dendrochiroten, z. B. bei *Ocnus pygmaeus* Semp., in seinen Endverästelungen die Gestalt der Füsschen nach. Der erste dieser Gründe wird aber dadurch hinfällig, dass der Fühlerkanal nur ein Seitenast eines Radialkanales ist, also nicht das Homologon des Radialkanales selbst sein kann. Der zweite Grund wäre nur dann von Belang, wenn die Füsschen niemals Verästelung zeigten, und er erledigt sich durch die Thatsache, dass verästelte Füsschen in einzelnen Fällen vorkommen. So beobachteten Mertens und ich (154) einzelne gegabelte Füsschen bei *Cucumaria miniata* (Br.) und *C. planci* (Br.). Mir scheint es demnach, dass der einzelne Fühler nicht einer Füsschengruppe, sondern einem einzelnen Füsschen homolog ist, sich aber morphologisch in der Regel (denn es gibt ja auch einfach fingerförmige Fühler) dadurch von dem Füsschen unterscheidet und eine höhere Entwicklungsstufe desselben darstellt, dass er Aeste oder Endläppchen abgibt, während die Füsschen das nur ausnahmsweise thun.

11. Steinkanal.

Der Steinkanal (auch Sand- oder Madreporenkanal genannt) verdankt seinen Namen der Gegenwart kalkiger Skelettheile in seiner Wandung. Mit dem einen (= inneren) Ende steht er mit dem Ringkanal des Wassergefässsystemes in Verbindung, während das andere (= äussere)

Ende zu einer durchlöcherten Anschwellung vergrössert ist, welche mit Bezug auf das entsprechende Organ der Seesterne und Seeigel den Namen des Madreporenabschnittes oder der Madreporenplatte führt. Tiedemann (273) kannte bereits den Steinkanal der *Holothuria tubulosa* (Gmel.), doch blieb ihm die Zugehörigkeit desselben zum Wassergefässsystem so sehr verborgen, dass er darin das männliche Geschlechtsorgan vermuthen konnte — eine Ansicht, welche auch durch Delle Chiaje (38, Vol. 1) und Jäger (110) vertreten wurde. Krohn (122) war der Erste, welcher dieser Auffassung widersprach; mit Rücksicht auf die von ihm entdeckte Mündung des Kanales in den Ringkanal sprach er denselben als Homologon des gleichnamigen Gebildes der Seesterne an und wurde in dieser Deutung bestärkt durch die Wahrnehmung, dass die Wand des Kanales verkalkt ist, wie das übrigens gleichzeitig auch Goodsir [bei Forbes (64)] und früher schon Jäger bemerkten. Siebold (240) wies gleichfalls die Deutung des Steinkanales als Hoden zurück, verfiel aber in den anderen Irrthum ihn für ein Speichelorgan zu halten. An derselben Meinung hielt Leydig (143) auch dann noch eine Zeit lang fest, als J. Müller (184 und 180) den endgültigen Nachweis von der Richtigkeit der Krohn'schen Ansicht dadurch erbracht hatte, dass er das äussere Ende des Steinkanales in derselben Weise von Poren durchsetzt fand wie die Madreporenplatte der Seesterne und Seeigel. Merkwürdiger Weise hat später Selenka (299) das Vorhandensein dieser sehr leicht zu erkennenden Poren in Abrede gestellt, während Semper (238) und alle folgenden Forscher, welche den Bau des Steinkanals untersuchten, den Befund von J. Müller bestätigten.

a. **Form, Grösse, Farbe.** Fast immer hat der Steinkanal die Gestalt eines kürzeren oder längeren cylindrischen Rohres, dessen Dicke (bis 1 mm und darüber) im Verhältniss zur Länge (bis 2 cm und darüber) in der Regel als eine ziemlich beträchtliche bezeichnet werden kann. Auffallend lang ist der Steinkanal bei einzelnen Aspidochiroten, namentlich bei *Holothuria scabra* Jäg., wo er (einschliesslich des Madreporen-Abschnittes) $^1/_4 — ^1/_2$ solang wie der bis 30 cm lange Körper wird, und bei *Holothuria impatiens* (Forsk.), wo er mitunter eine Länge von 10 cm erreicht. Besonders kurz (nur wenige mm messend) erscheint er dagegen bei manchen Arten, welche sich zugleich durch eine sehr grosse Zahl von Steinkanälen auszeichnen, z. B. bei *Synapta glabra* Semp., *Cucumaria maculata* Semp., *japonica* Semp., *Colochirus tristis* Ludw., *Pseudocucumis acicula* (Semp.), *Holothuria flavo-maculata* Semp., *edulis* Less. u. a. Sind mehrere oder viele Steinkanäle vorhanden, so sind sie unter sich oft sehr ungleich an Grösse; gewöhnlich zeichnet sich alsdann der dorsal und am meisten median stehende vor den übrigen durch eine beträchtlichere Länge aus, so z. B. bei *Holothuria graeffei* Semp., *Colochirus quadrangularis* (Less.), *jagorii* Semp., *Thyone sacellus* (Sel.) u. a. Aber auch bei ein und derselben Art schwankt die Grösse des oder der Steinkanäle oft sehr erheblich bei den einzelnen Individuen.

Gewöhnlich nimmt der Steinkanal keinen geraden, sondern einen bald mehr bald weniger gebogenen oder Sförmig gekrümmten oder auch spiraligen oder unregelmässig gewundenen Verlauf. Sein äusseres zur Madreporenplatte umgestaltetes Ende stellt meistens eine köpfchenförmige (VIII, 1), annähernd kugelige, bläschen- oder knopfförmige Verdickung dar. In anderen Fällen ist der Madreporenabschnitt mehr länglich gestreckt, ei-, kolben-, birn- oder sackförmig (VIII, 7) oder auch (z. B. bei *Holothuria mexicana* Ludw., *marenzelleri* Ludw., *lubrica* Sel.) seitlich comprimirt, lanzettförmig oder einer gefalteten Platte ähnlich (VIII, 6). Nur selten gibt der Steinkanal Nebenäste ab, von denen dann jeder für sich an seinem Aussenende ein Madreporenköpfchen trägt. So kommt es schon bei *Thyone buccalis* Stimps. vor, dass unter den zahlreichen Steinkanälen dieser Art der dorsalgelegene zwei knopfförmige Madreporenplatten trägt; bei *Synapta beselii* Jäg. (VIII, 4) und noch deutlicher bei *Thyone chilensis* Semp. ist der oder die Steinkanäle mit mehreren Nebenästen versehen.

Meistens zeichnet sich der Steinkanal und noch mehr sein Madreporenabschnitt durch eine weissliche oder gelbliche Färbung aus, welche zum Theile durch die eingelagerten Kalkkörper hervorgerufen wird und am Madreporenabschnitt sich mitunter (z. B. bei *Orcula tenera* Ludw., *Phyllophorus brocki* Ludw., *Holothuria aphanes* Lamp. u. a.) bis zu bräunlichgelb oder braun verdunkelt.

b. **Zahl.** Die Zahl der Steinkanäle unterliegt zwar grossen Schwankungen, doch nicht entfernt in dem gleichen Maasse wie die Zahl der Poli'schen Blasen. Bei den allermeisten Seewalzen ist nur ein einziger Steinkanal vorhanden. Bei den Molpadiiden und den drei Familien der Elasipoden ist kein Fall von mehr als einem Steinkanal bekannt. Alle derartigen Fälle gehören vielmehr den drei übrigen Familien der Seewalzen an. Wenn wir diese Familien sowohl nach der relativen als der absoluten Zahl derjenigen Arten, die nach unseren jetzigen Kenntnissen mehr als einen Steinkanal haben oder haben können, in eine aufsteigende Reihe ordnen, so stehen die Synaptiden zu unterst, dann folgen die Dendrochiroten, dann die Aspidochiroten. Bei den Synaptiden kennen wir 5 Arten oder rund $^1/_{16}$ aller bekannten, welche mehr als einen Steinkanal aufweisen; bei den Dendrochiroten sind es 16 Arten oder etwa $^1/_{10}$ aller bekannten und bei den Aspidochiroten 27 (vielleicht auch 28 oder 29?) oder ungefähr $^1/_6$ aller bekannten. Des Näheren ist es unter den Synaptiden lediglich die Gattung *Synapta*, welche jene 5 Arten liefert: *beselii* Jäg., *vittata* (Forsk.), *serpentina* J. Müll., *glabra* und *grisea* Semp. Unter den Dendrochiroten vertheilen sich jene 16 Arten auf die Gattung *Cucumaria* mit 5 (*maculata*, *japonica*, *glaberrima* Semp., *miniata* (Br.), *exigua* Ludw.), *Thyone* mit 4 (*sacellus* (Sel.), *ovulum* (Sel.), *buccalis* Stimps., *chilensis* Semp.), *Colochirus* mit 3 (*quadrangularis* (Less.), *jagorii* Semp., *tristis* Ludw.), *Phyllophorus* mit 3 (*schmeltzii* (Ludw.), *perspicillum* (Sel.), *incompertus* (Théel) und *Pseudocucumis* mit 1 Art (*acicula* (Semp.). Bei

den Aspidochiroten setzen sich jene 27 Arten aus nur einer *Stichopus*-Art (*kefersteinii* Sel.), dagegen 26 *Holothuria*-Arten zusammen.

Etwas anders gestaltet sich die Beziehung der drei genannten Familien, wenn man die betreffenden Arten darauf prüft, ob die Vermehrung ihrer Steinkanäle sich in bescheidenen Grenzen bewegt oder zu grösseren Zahlen aufsteigt. Dann zeigt sich, dass es gerade die Aspidochiroten sind, bei denen die Vermehrung oft nur eine geringe ist, während sie bei den Synaptiden und Dendrochiroten fast immer einen hohen Grad erreicht. So besitzen die sämmtlichen oben aufgeführten *Synapta*-Arten eine grosse Menge von Steinkanälen und ebenso verhalten sich *Cucumaria maculata, miniata, japonica, Colochirus quadrangularis, jagorii, tristis, Thyone buccalis, chilensis, Pseudocucumis acicula, Phyllophorus schmeltzii, perspicillum, incompertus;* 20—30 Steinkanäle sind vorhanden bei *Cucumaria glaberrima*, 8—20 bei *Thyone sacellus*, 5 bei *Thyone ovulum* und 2 oder auch nur 1 bei *Cucumaria exigua*. Dagegen gibt es unter jenen 27 Aspidochiroten eine ganze Anzahl, bei denen die Vermehrung der Steinkanäle nur in geringem Maase eintritt; so sind deren bei *Holothuria pardalis* Sel. 1—2, *lubrica* Sel. 1—3, *truncata* Lamp. 2, *maculata* (Br.) 1—3, *helleri* v. Marenz. 3, *minax* Théel 4, *mammata* Grube, *poli* und *stellati* D. Chiaje 1—5, *cinerascens* (Br.) 1—5 (seltener bis 10), *inornata* Semp. 5—6, *caesarea* Ludw. 7, *edulis* Less. 2—8, *flavo-maculata* Semp. 5—10, *signata* Ludw. 10, *tubulosa* (Gmel.) 1—16, *immobilis* Semp. 3—12, *graeffei* Semp. 13 beobachtet worden. Daneben steht eine verhältnissmässig geringere Zahl von Arten mit noch grösserer Menge von Steinkanälen; so werden von *Holothuria aethiops* (Br.) 16—20, *occidentalis* Ludw. 21, *sulcata* Ludw. 22, *africana* Théel 10—32, *mexicana* Ludw. 11—40, *atra* Jäg. (1)—10—60, *chilensis* Semp. 60—80 und von *verrucosa* Sel. und *Stichopus kefersteinii* Sel. zahlreiche angegeben.

In der Mehrzahl der Fälle ist das Auftreten überzähliger Steinkanäle von einer Vermehrung der Poli'schen Blasen begleitet. Unter den 48 vorhin aufgeführten Arten sind nämlich nur 13, bei denen eine Vermehrung der Poli'schen Blasen bis jetzt noch nicht festgestellt ist, nämlich: *Cucumaria japonica*, die 3 oben erwähnten *Colochirus*-Arten, *Stichopus kefersteinii, Holothuria maculata, mammata, poli, stellati, helleri, minax, inornata* und *graeffei*.

c. **Lage.** Ist nur ein einziger Steinkanal vorhanden, so liegt er ausnahmslos an der dorsalen Seite des Ringkanales ziemlich genau in der Medianebene, also der Poli'schen Blase gegenüber (VII, 9, VIII, 1). Nur selten rückt er um ein Geringes aus der Medianebene heraus und scheint alsdann, wenigstens bei den Aspidochiroten, die rechte Körperhälfte zu bevorzugen, so z. B. bei *Stichopus sitchaensis* (Br.), *Holothuria albiventer* Semp., *decorata* v. Marenz., *lagoena* Haacke, *lamperti* Ludw.; er kann aber auch etwas nach links rücken, wie es z. B. von *Holothuria aphanes* Lamp. angegeben wird. Bei den übrigen Familien lässt sich eine derartige Bevorzugung der rechten Körperhälfte noch weniger be-

stimmt behaupten, da die vorliegenden Artbeschreibungen auf dieses Verhältniss gewöhnlich keine Rücksicht nehmen. Eine leichte Verschiebung nach rechts wird erwähnt von *Ocnus typicus* Théel, *Cucumaria kirchsbergii* Hell., *Kolga hyalina* Dan. und Kor., *Acanthotrochus mirabilis* Dan. und Kor., dagegen nach links von *Cucumaria chierchiae* Ludw., *Haplodactyla australis* Semp., *Irpa abyssicola* Dan. und Kor., *Synapta orsinii* Ludw., *Chiridota pisanii* Ludw. und *rotifera* (Pourt.).

Vermehrt sich die Zahl der Steinkanäle, so besetzen sie zunächt einen grösseren Bezirk der dorsalen Hälfte des Ringkanales, rücken aber schliesslich bei noch weiterer Zunahme ihrer Zahl auch auf die ventrale Seite, bis sie schliesslich auf den ganzen Umkreis vertheilt sind. So gehören z. B. die Steinkanäle der *Thyone sacellus* (Sel.) noch alle der Dorsalseite an; bei *Cucumaria maculata* Semp. gehen einige von ihnen bereits auf die Bauchseite über; bei *Colochirus quadrangularis* (Less.) sitzen sie schon ringsum, sind aber noch an der Dorsalseite dichter gedrängt; bei *Pseudocucumis acicula* (Semp.) und *Phyllophorus incompertus* Théel scheinen sie schliesslich in ganz gleichmässiger Vertheilung ringsum an dem Ringkanale zu hängen. Letzteres ist auch der Fall bei den zahlreichen Ringkanälen der *Synapta serpentina* J. Müll., *S. glabra* und *grisea* Semp. Bei den Aspidochiroten dagegen scheint es niemals zu einer solch' gleichmässigen, auch auf die Bauchseite des Ringkanales sich erstreckenden Anordnung der Steinkanäle zu kommen. Wo wir in dieser Familie einer grösseren Zahl von Steinkanälen begegnen, ordnen sich dieselben stets zu Büscheln, selten nur einem, meistens zwei, welche zu beiden Seiten des dorsalen Mesenteriums ihre Stellung einnehmen, so z. B. bei *Stichopus kefersteinii* Sel., *Holothuria africana* Théel, *edulis* Less., *atra* Jäg., *signata* Ludw., *chilensis* Semp., *occidentalis*, *sulcata*, *mexicana* Ludw., *aethiops* (Br.), *graeffei* Semp. u. a.

Die mit mehr als einem Steinkanal ausgerüsteten Aspidochiroten zeigen ferner die Eigenthümlichkeit, dass sie dieselben Bevorzugungen der rechten Körperhälfte erkennen lassen, von welchen vorhin bei nur einem Steinkanal die Rede war; in der Regel erhält nämlich ihre rechte Körperhälfte eine grössere Anzahl Steinkanäle als die linke. Setzen wir die Zahl der links gelegenen Steinkanäle links von einem senkrechten Striche und die Zahl der rechts gelegenen rechts davon, so erhalten wir z. B. bei *Holothuria minax* Théel die Formel 1|3 und in derselben Weise für *Hol. cinerascens* (Br.) 1|4, *maculata* (Br.) 0|3 und 0|1, *immobilis* Semp. 2|10 und 0|3, *atra* Jäg. 4|6, *helleri* v. Marenz. 1|2, *signata* Ludw. 4|6, *poli* D. Chiaje 0|1 und 2|3, *occidentalis* Ludw. 9|12, *sulcata* Ludw. 8|14, *inornata* Semp. 0|5—6. Weit seltener sind die Fälle, in welchen links eine grössere Anzahl von Steinkanälen angetroffen wurde als rechts, so bei *Holothuria cinerascens* (Br.) 8—10|0, *flavo-maculata* Semp. 8|5 und 5|0, *graeffei* Semp. 12|2, *mexicana* Ludw. 8|3.

d. **Befestigung**. Mit seinem inneren Ende steht der Steinkanal stets mit dem Ringkanale in unmittelbarem Zusammenhang, während er

in seinem übrigen Verlaufe manchen Verschiedenheiten unterliegt. Bei den Elasipoden ist er seiner ganzen Länge nach an des dorsale Mesenterium angelöthet und schliesslich mit seinem Aussenende an die Körperwand selbst angeheftet. Die Stelle dieser Befestigung an die Körperwand, die wir nachher (S. 134) noch in ihrem feineren Verhalten kennen lernen werden, befindet sich in einem grösseren oder geringeren Abstande von dem Fühlerkranze, genau in der dorsalen Medianlinie. Bei einem Theile der Molpadiiden, nämlich den Gattungen *Trochostoma* und *Ankyroderma*, sowie auch bei einer Aspidochirote, *Holothuria lactea* Théel, ist der Steinkanal in ähnlicher Weise festgelegt. Bei anderen Molpadiiden aber, z. B. bei *Molpadia*, *Haplodactyla*, *Caudina*, hat er die Verbindung mit der Leibeswand aufgegeben, sodass er nunmehr nur noch am dorsalen Mesenterium seiner ganzen oder fast seiner ganzen Länge nach angewachsen ist. Dieser Zustand wird von den Synaptiden und Dendrochiroten, soweit dieselben nur einen einzigen Steinkanal besitzen, als Regel festgehalten; auch manche Aspidochiroten zeigen das Gleiche, z. B. *Holothuria challengeri* Théel, *murrayi* Théel, *catanensis* Grube, *captiva* Ludw., *tenuissima* Semp., sowie fast alle *Mülleria*- und *Stichopus*-Arten. Bei den allermeisten Aspidochiroten aber löst sich die Verbindung des Steinkanales mit dem Mesenterium, sodass er nunmehr frei vom Ringkanale in die Leibeshöhle herabhängt; dasselbe gilt von allen überzähligen Steinkanälen.

e. **Bau.** Für die Schilderung des Baues empfiehlt es sich den Madreporenabschnitt des Steinkanales erst dann ins Auge zu fassen, wenn wir vorher seinen Kanalabschnitt, welcher vom Ringkanal bis zum Madreporenabschnitt reicht, kennen gelernt haben. Dieser Kanalabschnitt ist oberflächlich von dem Epithel der Leibeshöhle überzogen; darunter folgt eine dicke Bindegewebslage und zu innerst eine das Lumen des Kanales auskleidende Epithelschicht. Die Bindegewebslage entbehrt jeglicher Einlagerung von Muskelfasern, sodass der Steinkanal den einzigen ganz muskelfreien Theil des Wassergefässsystemes darstellt. Ausser schwach entwickelten Fasern, zahlreichen Bindegewebszellen und Wanderzellen unterscheidet man in der Bindegewebslage in der Regel auch noch kalkige Skelettheile (VIII, 2), welche bald als gesonderte Kalkkörper, bald als ein zusammenhängendes Kalknetz auftreten. Die Kalkkörper haben meistens die Form unregelmässig gekrümmter oder auch verästelter Kalkstäbe, oder nähern sich in ihrer Gestalt den in der Körperwand derselben Art befindlichen Kalkkörpern; mitunter, z. B. bei *Trochostoma thomsonii* Dan. und Kor., können sie sich ringförmig um die Längsaxe des Steinkanales anordnen. Nur selten fehlen die kalkigen Einlagerungen ganz oder fast ganz, so z. B. bei *Ocnus imbricatus* Semp., *Cucumaria tenuis* Ludw., *Elpidia glacialis*, *purpurea*, *Scotoplanes murrayi*, *Peniagone wyvillii*, *vitrea*, *Kolga nana* Théel, *Kolga hyalina* und *Irpa abyssicola* Dan. und Kor. Das Innenepithel wurde von Danielssen und Koren (50) bei ihrer *Kolga hyalina*, sowie von Théel (266) bei seinem *Ilyodaemon maculatus* als aus langen, cylindrischen Zellen gebildet beschrieben. Einer genaueren

Untersuchung wurde dasselbe erst durch Hamann (93) unterworfen, welcher die bemerkenswerthe Thatsache feststellte, dass das Innenepithel kein gleichartiges Verhalten zeigt, sondern an der einen Seite des Lumens viel höher ist als an der gegenüberliegenden (VIII, 2). Eigene Beobachtungen an *Cucumaria planci* (Br.), *Holothuria poli* Delle Chiaje, *tubulosa* (Gmel.), *grisea* Sel., *Stichopus regalis* (Cuv.), *Thyone fusus* (O. F. Müll.), *Synapta digitata* (Mont.) und *Caudina arenata* (Gould) setzen mich in den Stand diese Angabe Hamann's zu bestätigen. Ich kann aber nicht finden, dass die Seite des Steinkanals, welche das niedrigere Epithel besitzt, regelmässig diejenige ist, welche dem Mesenterium zunächst liegt, wie Hamann das für *Synapta digitata* behauptet; eine bestimmte Gesetzmässigkeit scheint in dieser Hinsicht nicht vorzuliegen. Das niedrige Epithel wird von annähernd kubischen Zellen gebildet und geht allmählich in das durchschnittlich 4—10 mal so hohe Cylinderepithel über, dessen fadenförmig gestreckte Zellen bei *Synapta digitata* eine Länge von etwa 0,05, bei *Holothuria tubulosa* eine solche von 0,024 mm haben. Beide Theile des Innenepithels tragen nach Hamann Wimpern, welche auf dem niedrigen Bezirke viel kleiner und hinfälliger sind als auf dem hohen Bezirke, woselbst sie auch an gut conservirtem Material leicht wahrgenommen werden und die zugehörigen Zellen an Länge erreichen oder selbst übertreffen können. An Längsschnitten durch den Steinkanal der *Holothuria poli* sehe ich, dass die langen Wimpern des Cylinderepithels so gebogen sind, dass sie ihre Concavität dem Ringkanale zukehren. Nach Hamann trägt bei *Synapta digitata* eine jede Zelle des Cylinderepithels nur ein einziges Wimperhaar und ist ausserdem an ihrem freien Ende von einer dünnen Cuticula bedeckt.

Viel mannigfaltigere Verhältnisse als der Kanalabschnitt bietet der Bau des Madreporenabschnittes. Am einfachsten ist er bei einem Theile der Elasipoden, bei denen er in der Körperwand selbst liegt; bei den übrigen Elasipoden, den Molpadiiden, Synaptiden und Dendrochiroten treten allmählich Complicationen auf, welche bei den Aspidochiroten ihren Höhepunkt erreichen. In allen Fällen aber ist der Madreporenabschnitt von einer bald kleinen bald grossen Zahl von Porenkanälen durchsetzt, welche sich unmittelbar oder mittelbar mit dem Lumen des Kanalabschnittes in Verbindung setzen*). Bei den Elasipoden begegnen wir der einfachsten Gestaltung des Madreporenabschnittes bei *Scotoplanes globosa, papillosa, robusta, Kolga nana* Théel, *hyalina* Dan. und Kor. (VIII, 10), *Parelpidia cylindrica, Elpidia purpurea, willemoësi, Peniagone wyvillii, vitrea, affinis* Théel unter den Elpidiiden, sowie bei *Benthodytes typica* und *abyssicola* Théel unter den Psychropotiden. Bei all diesen Arten ist der Madreporenabschnitt durch einen einzigen Porenkanal dargestellt, welcher, wie Danielssen und Koren (49, 50) zuerst bei *Kolga hyalina* (VIII, 10) zeigten, als eine direkte Fortsetzung des Kanalabschnittes die Körperwand

*) Die gegentheilige Ansicht Graber's (72) beruht auf unzureichender Untersuchung.

durchsetzt und seine Stellung dicht vor der in der Mittellinie des Rückens gelegenen Genitalöffnung nimmt. Seine äussere Oeffnung ist bei *Kolga hyalina* von einer Anzahl stäbchenförmiger Kalkkörperchen umlagert. Bei anderen als den vorhin aufgezählten Arten tritt eine Vermehrung der Porenkanäle ein; der einfache Kanal des Steinkanales gibt nämlich, nachdem er in die Haut eingetreten ist, mehrere Röhren ab, die mit ebensovielen Poren vor (oder neben) der Genitalöffnung nach aussen geöffnet sind. Bei *Benthodytes abyssicola* Théel tritt eine derartige Vermehrung der Porenkanäle bei einzelnen Individuen auf, während andere an dem anfänglich einfachen Porenkanale festhalten. Bei *Psychropotes longicauda* und *semperiana* Théel sind bereits 3 Porenkanäle vorhanden, deren Zahl bei *Laetmogone wyville-thomsoni* Théel (VIII, 9) auf 4—5 (mitunter bis 9), bei *Laetmogone spongiosa* Théel auf 10 und bei *Ilyodaemon maculatus* Théel (VIII, 8) auf 8—50 steigt; dabei können die äusseren Oeffnungen der Porenkanäle sich erheben und so auf die Spitzen kleiner Hautpapillen zu liegen kommen, z. B. bei *Laetmogone wyville-thomsoni* (VIII, 9). Die Porenkanäle selbst sind in ihrem Verlaufe entweder gleichweit oder in der Mitte erweitert (VIII, 8).

Die nächste Stufe in der Organisation des Madreporenabschnittes wird dadurch erreicht, dass der ursprünglich einfache Porenkanal, also das peripherische Ende des Steinkanals, sich an seinem in der Haut befindlichen Aussenende schliesst; dafür aber bildet sich an dem nach innen von der Körperwand gelegenen Theile des Steinkanals ein neuer Madreporenabschnitt, welcher an die Körperwand zwar angelöthet ist, aber dem Steinkanal nicht terminal, sondern seitlich ansitzt, sich auch mit seinen mehrfachen oder zahlreichen Poren nicht mehr mit der Aussenwelt, sondern mit der Leibeshöhle in offenen Zusammenhang setzt. Solche Fälle bieten unter den Elasipoden *Irpa abyssicola* Dan. und Kor., *Elpidia glacialis, Oneirophanta mutabilis, Orphnurgus asper, Benthodytes papillifera* und *sanguinolenta* Théel, sowie unter den Molpadiiden die Gattungen *Trochostoma* und *Ankyroderma*. Dabei kommen die äusseren Oeffnungen der Porenkanäle oft, z. B. bei *Trochostoma thomsoni* und *Irpa abyssicola* Dan. und Kor., auf den Grund von rinnenartigen, bewimperten Furchen zu liegen, welche sich in mäandrischem Verlaufe in die Oberfläche des Madreporenabschnittes einsenken. Nach innen führen alle Porenkanäle entweder getrennt oder, nachdem sie sich zu zweien oder mehreren vereinigt haben, in den Kanalabschnitt des Steinkanals. Nur an ihrer äusseren Oeffnung besitzen sie ein hohes Epithel, welches mit demjenigen der äusseren Furchen und Rinnen des Madreporenabschnittes übereinstimmt. Weiter nach innen aber flacht sich das Epithel ganz erheblich ab (VIII, 3). Im Uebrigen ist der vom Cölomepithel überzogene Madreporenabschnitt aus demselben an Kalkkörpern reichen Bindegewebe gebildet wie der Kanalabschnitt, aber in fast allen Fällen in stärkerem Maasse verkalkt.

In ganz ähnlicher Weise verhält sich der Madreporenabschnitt bei den übrigen Molpadiiden, sowie bei den Synaptiden (VIII, 3) und Dendro-

chiroten, nur löst er seine Verbindung mit der Körperwand durch vollständigen Schwund des blinden Endstückes. Mitunter, z. B. bei *Colochirus quadrangularis* (Less.), erweitert sich das Lumen des Kanalabschnittes da, wo er in den Madreporenabschnitt eintritt und dessen Porenkanälchen aufnimmt, zu einem blasenförmigen Raume.

Verwickelter wird der Bau des Madreporenabschnittes bei den Aspidochiroten. Hier führen die Porenkanälchen zunächst in einen grossen, geräumigen Sammelraum (VIII, 5) und erst mit diesem communicirt der Kanalabschnitt des Steinkanales. An der äusseren Oberfläche des Madreporenabschnittes bemerkt man die feinen kreisrunden Oeffnungen der ausserordentlich zahlreichen Porenkanälchen, welche wie die Löcher eines Siebes (VIII, 5 und 7) angeordnet sind. Das hohe Wimperepithel, welches die Oberfläche überkleidet, dringt nur eine kurze Strecke weit in die Kanälchen ein und geht dann in einen ganz flachen Zellbelag über, welcher sich an dem ganzen Sammelraume vorfindet. Letzterer ist von einer Anzahl unregelmässig angeordneter, bindegewebiger und ebenfalls von flachem Epithel überzogener Stränge (Suspensorien, Balken; VIII, 5) durchsetzt, welche sein Lumen offen halten und ebenso wie das übrige Bindegewebe des Madreporenabschnittes von Kalknetzen durchzogen sein können. Die Porenkanälchen können auf ihrem Wege zum Sammelraume auch zu zweien oder mehreren zusammenfliessen um sich mit gemeinschaftlichem Endstück in den Sammelraum zu ergiessen. Wie ich bei *Holothuria poli*, *tubulosa*, *grisea* und *Stichopus regalis* feststellen konnte, steht der Kanalabschnitt des Steinkanals mit jenem Sammelraume des Madreporenabschnittes nur durch eine einzige weite Oeffnung in Zusammenhang, an welcher sich das hohe Innenepithel des Steinkanals ganz allmählich in den niedrigen Epithelbelag des Sammelraumes verflacht. Nach Semper (238) scheint es aber auch vorzukommen (z. B. bei *Holothuria scabra* Jäg.), dass die Verbindung zwischen dem Kanalabschnitt des Steinkanales und dem Sammelraum seines Madreporenabschnittes durch mehrere Kanäle vermittelt wird.

Ueber die Funktion, Entwicklung, systematische und phylogenetische Bedeutung des Steinkanals sind die späteren Kapitel nachzusehen.

12. Inhaltsflüssigkeit des Wassergefässsystemes.

Den Inhalt des Wassergefässsystemes, insbesondere der Poli'schen Blase, verglichen schon die älteren Forscher Strussenfelt (252) und Pallas (196) mit Wasser. Diese in der That vorhandene Aehnlichkeit hat dem ganzen Organsystem seinen jetzt allgemein gebräuchlichen Namen gegeben. Indessen ist die Flüssigkeit keineswegs mit Wasser identisch. Sie ist, wie die Beobachtungen späterer Forscher gelehrt haben, etwas dichter und stärker lichtbrechend als Seewasser und enthält eine geringe Beimischung gerinnungsfähiger, eiweissartiger Stoffe. Bei klarer

Durchsichtigkeit ist sie entweder ganz farblos, z. B. bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) nach Quatrefages (210), oder opalisirend und etwas gelblich, z. B. bei *Cucumaria planci* (Br.) nach Vogt und Yung (284) oder schwach röthlich gefärbt, z. B. bei *Trochostoma thomsonii* nach Danielssen und Koren (50); inwieweit diese gelbliche oder röthliche Färbung der Flüssigkeit selbst zukommt oder durch deren gleich zu besprechende Inhaltskörperchen bestimmt ist, bedarf noch der Untersuchung. Der Hauptunterschied der Wassergefässflüssigkeit von einfachem Seewasser liegt aber in dem Besitze eben jener Inhaltskörperchen, welche theils deutliche Zellen, theils Gebilde von nicht zelliger Beschaffenheit sind.

Von Zellen, welche zuerst von Semper (238) genauer untersucht worden sind, kommen zwei verschiedene Arten vor: 1) Amöboide Zellen; dieselben besitzen einen deutlichen Kern und treten gewöhnlich in verästelter Gestalt auf. 2) Gleichfalls amöboid bewegliche, aber durch ihre Grösse und ihren Inhalt, sowie durch die gedrungene, lappenförmige Gestalt ihrer Pseudopodien von der ersten Art verschiedene Zellen, welche mit den Wanderzellen (Schleimzellen Semper's, Plasmawanderzellen Hamann's) übereinstimmen, die wir bereits bei Besprechung der Haut (S. 34) kennen gelernt haben; wir werden sowohl bei Betrachtung des Blutgefässsystemes als auch der Leibeshöhle auf sie zurückkommen müssen. Vielleicht gehören zu diesen Wanderzellen auch die „gelblichen, körnigen Zellen", welche Vogt und Yung (284) von *Cucumaria planci* (Br.) erwähnen. In welcher Beziehung zu den erwähnten Zellformen die von Danielssen und Koren (50) bei *Trochostoma thomsonii* gefundenen rothgefärbten Zellen stehen, welche ausser dem Kern mitunter ein oder mehrere Kalkkörnchen oder Kalkkrystalle umschliessen, muss einstweilen dahingestellt bleiben.

Die nicht zelligen Inhaltskörper des Wassergefässsystemes haben durchweg eine bräunliche Farbe und sind hierdurch, sowie durch den anderen Umstand, dass sie sich in der Regel zu grösseren, mit dem blossen Auge sichtbaren Klumpen zusammenballen, viel früher bekannt geworden als die zelligen Inhaltskörper. Schon Strussenfelt (252) spricht von einem fein zerreiblichen, an Farbe der gebrannten Umbra ähnlichen Körper, den er in der Poli'schen Blase des *Psolus phantapus* gesehen habe. Tiedemann (273) fand dieselben Gebilde als „sehr kleine braune Kügelchen" bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) und Koren (119) erwähnt sie als braune Kugeln bei *Thyone fusus* (O. F. Müll.). Die Kügelchen und Kugeln sind aber selbst wieder aus kleineren Elementen zusammengesetzt, welche nach Quatrefages (210), der sie bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) der ersten genaueren Untersuchung unterwarf, bräunliche, homogene, 0,003—0,02 mm grosse, das Licht stark brechende, kugelrunde Körperchen darstellen und in ihrem ganzen Aussehen an Oeltröpfchen erinnern; diese Aehnlichkeit wird noch grösser durch die Beobachtung Jourdan's (114), dass sie an der Oberfläche der Wassergefässflüssigkeit schwimmen. Aus einer grossen Menge solcher Elemente scheinen auch die freien oder ge-

stielt oder scheibenförmig an die Innenwand des Wassergefässsystemes befestigten, gelbbraunen bis dunkelrothbraunen Massen zu bestehen, welche Semper aus den Füsschenampullen seiner *Holothuria similis*, Jourdan sowie Vogt und Yung aus der Poli'schen Blase mittelmeerischer Arten erwähnen. Wahrscheinlich entstehen alle diese bräunlichen Inhaltskörper bei den Holothurien ebenso wie bei den Seeigeln ursprünglich im Inneren von Zellen; da man aber bei den Seeigeln besser über sie unterrichtet ist als bei den Holothurien, so werden wir erst bei jener Echinodermenklasse auf die Frage nach der Herkunft der braunen Körperchen zurückkommen.

Freie Krystalle sind bis jetzt nur von Danielssen und Koren (50) in der Wassergefässflüssigkeit ihres *Trochostoma thomsonii* gefunden worden. Sie zeigen eine wechselnde Form, eine dunkele weinrothe oder fast schwarze Farbe und scheinen aus kohlensaurem Kalke zu bestehen.

VIII. Verdauungsorgane.

Alle Seewalzen besitzen ein wohlentwickeltes Verdauungsrohr, welches die Leibeshöhle durchzieht und an deren Wand durch ein Gekröse befestigt ist. Dasselbe beginnt mit einem von den Fühlern umstellten Munde an dem vorderen Pole der Hauptaxe des Körpers und endigt mit einem an dem hinteren Pole derselben Axe gelegenen After. Nur von einer einzigen, in einem Exemplar bei Batavia gefundenen Art aus der Familie der Aspidochiroten, *Ananus holothurioides*, ist von ihrem Autor Sluiter (241) behauptet worden, dass sie des Afters entbehre. Ob mit Recht, erscheint aber sehr zweifelhaft*); denn erstens macht Sluiter's Beschreibung eher den Eindruck als wenn es sich um ein abnormes Verhalten handle, etwa um ein verletztes und in einer Regeneration seines Hinterendes begriffenes Individuum, und zweitens kommt er selbst in seiner späteren Zusammenstellung der Holothurien des Javameeres (242) mit keinem Worte auf diese räthselhafte Form zurück, obgleich er sie früher zum Typus einer neuen Gattung gemacht hatte.

Um die morphologischen Verhältnisse des Verdauungsrohres kennen zu lernen sollen im Folgenden der Reihe nach betrachtet werden: 1. der Mund und seine Umgebung, 2. der After und seine Umgebung, 3. die Abschnitte des Darmrohres und sein makroscopischer Bau, 4. der histologische Bau desselben, 5. sein Verlauf im Inneren der Leibeshöhle, 6. seine Befestigungen (Schlundkopf, Mesenterien, Aufhängestränge des Enddarms).

*) Auch Théel (267, p. 240) äussert Zweifel.

1. Der Mund und seine Umgebung.

Die Lage des Mundes entspricht stets dem vorderen Pole der Hauptaxe des Körpers; da aber diese Axe nicht immer gerade verläuft, sondern sich in ihrem vorderen Abschnitte entweder nach der Bauchseite oder nach der Rückenseite krümmen kann, so liegt auch der Mund nicht immer endständig, sondern nimmt häufig eine bauch- oder rückenständige Stellung ein, verbleibt dabei aber unabänderlich in der Symmetrieebene des Körpers. In der Regel geht die bauch- oder rückenständige Lagerung des Mundes Hand in Hand mit der Ausbildung einer Kriechsohle. Die bauchständige Stellung überwiegt bei den Aspidochiroten und Elasipoden; oft ist sie nur durch eine schief nach unten und vorn gerichtete Stellung angedeutet und wird dann wohl auch als subventrale Lage bezeichnet; in anderen Fällen ist sie in deutlicher Weise zum Ausdruck gelangt, am schärfsten bei den Psychropotiden, bei denen der Mund sich zugleich eine beträchtliche Strecke vom Vorderrande des Körpers entfernt. Eine ausgesprochen rückenständige Lage des Mundes scheint nur in der Familie der Dendrochiroten vorzukommen, namentlich bei den Gattungen *Psolus*, *Theelia*, *Psolidium* und *Colochirus*. Die übrigen Dendrochiroten besitzen meistens einen endständigen Mund, der auch allen Synaptiden und Molpadiiden zukommt.

Die Mundöffnung selbst ist von kreisrunder Gestalt und nimmt die Mitte des von dem Fühlerkranze umstellten gleichfalls kreisrunden Feldes ein, welches als Mundhaut (Peristom, Vorhof, Atrium, Mundscheibe) bezeichnet wird. Dem Mundrande fehlt jegliche Bewehrung durch Zähne, Papillen oder ähnliche Einrichtungen. Die Mundhaut ist bald flach ausgebreitet, bald nach dem Munde zu trichterförmig eingesenkt; in ihrem feineren Baue erweist sie sich als eine Fortsetzung der Körperhaut; wie schon früher (S. 65, 71, 75) erwähnt, ist sie durch den Besitz von Nerven und Sinneszellen ausgezeichnet; oberflächlich lässt sie mitunter einen Besatz von drüsigen Höckerchen erkennen. Im unmittelbaren Umkreis der Mundöffnung bildet die Mundhaut nicht selten eine schwache Kreislippe, entsprechend dem hier gelegenen Schliessmuskel (Sphinkter) des Mundes, welcher durch eine dichtere Zusammendrängung der in der Mundhaut befindlichen Kreismuskelfasern zu Stande kommt; ausserdem werden von Baur (10) und Semper (238) auch radiär gerichtete Muskelfasern in der Mundhaut angegeben. Die Kreismuskulatur der Mundhaut geht nach Semper ohne Unterbrechung über in die Ringmuskulatur des Schlundrohres. Bei der Gattung *Deima* beschreibt Théel (266) einen zweiten, nach aussen von dem Fühlerkranze gelegenen Kreismuskel; durch seine Zusammenziehung wird der ganze Vorhof des Mundes bis auf eine kleine centrale Oeffnung gegen die Aussenwelt abgeschlossen und verbirgt dann auch die Fühler. In ähnlicher Weise kann auch bei den Aspidochiroten die Mundscheibe mitsammt dem Fühlerkranze soweit zurückgezogen

werden, dass man äusserlich wenig oder gar nichts von den Fühlern zu sehen bekommt. In viel weitergehendem Maasse tritt dasselbe Verhältniss bei den Dendrochiroten ein, indem sie das ganze vordere, an die Fühler zunächst angrenzende Körperstück mitsammt den Fühlern und der Mundscheibe einzustülpen vermögen. Semper hat deshalb für den einstülpbaren vorderen Leibesabschnitt der Dendrochiroten die Bezeichnung Rüssel in Vorschlag gebracht. Die Haut dieses Rüssels ist erheblich dünner als die übrige Körperhaut und ihre Kalkkörper unterscheiden sich nicht selten in Form und Häufigkeit von den sonst in der Haut vorkommenden (vergl. S. 53).

Bei manchen Dendrochiroten, insbesondere aus den Gattungen *Psolus*, *Theelia* und *Colochirus* bildet die Körperwand an der hinteren Grenze des Rüssels fünf mit der Spitze nach vorn gerichtete, meist stärker verkalkte Vorsprünge, welche entweder durch eine dichtere Ansammlung von Kalkkörperchen und Ambulacralpapillen *(Colochirus, Actinocucumis)* oder durch Ausbildung je einer grösseren dreieckigen Kalkplatte *(Psolus, Theelia)* zu Stande kommen. Bei zurückgezogenem Rüssel legen sich diese Vorsprünge, die man als Mundklappen (Oralklappen) bezeichnen kann, zur Gestalt einer fünfstrahligen Rosette zusammen, deren Blätter bei *Psolus* eine interradiale, bei *Colochirus* und *Actinocucumis* aber eine radiale Stellung einnehmen. Wegen dieses Gegensatzes empfiehlt es sich, nur die interradialen, aus einer einzigen Kalkplatte gebildeten als eigentliche Oralklappen zu bezeichnen, dagegen den radialen Vorsprüngen am Mund von *Colochirus* (und einzelnen anderen) den Namen der Pseudoralklappen zu geben. Beispiele für echte Oralklappen bieten *Psolus antarcticus* (Phil.), *tuberculosus* Théel, *ephippifer* Wyv. Thoms., *operculatus* Pourt.*), *squamatus* Düb. & Kor.; Beispiele für Pseudoralklappen *Colochirus challengeri* Théel, *spinosus* (Quoy & Gaim.), *doliolum* (Pall.), *quadrangularis* (Less.), *tuberculosus* (Quoy & Gaim.), *cucumis* Semp., *inornatus* v. Marenz., *violaceus* Théel, *pygmaeus* Théel, *Actinocucumis typica* Ludw., *Phyllophorus perspicillum* (Sel.)**).

2. Der After und seine Umgebung.

Aehnlich dem Munde nimmt auch der After nicht immer eine genaue endständige Lage ein; noch häufiger als jener ist er rücken- oder bauchständig geworden, wobei insbesondere zu bemerken ist, dass die Rückenstellung weit häufiger beim After als beim Munde angetroffen wird. Dasselbe Moment, Ausbildung einer Kriechsohle, welches die ventrale Lage

*) Bei dieser Art liegen nach Théel (268) nach innen von den fünf interradialen Oralklappen noch fünf kleinere, mit jenen abwechselnde, radiale Platten.

**) Auch bei *Theelia ambulatrix* (Bell) liegen die Mundklappen nach den von Bell (12) gegebenen Abbildungen radial, was im Hinblick auf das Verhalten der oben angeführten *Psolus*-Arten sehr auffallend ist.

des Mundes vortheilhaft macht und dadurch begünstigt, scheint für die Lage des Afters in der Mehrzahl der Fälle die Verschiebung desselben aus der terminalen in die dorsale Lage herbeizuführen. Immer endständig findet sich der After bei den Synaptiden und Molpadiiden. Bei den Elasipoden ist die ventrale Stellung desselben fast ebenso häufig wie die dorsale, während die genau endständige seltener ist; indessen kommt es weder bei der dorsalen noch bei der ventralen Stellung zu einer beträchtlichen Verschiebung des Afters nach vorne, am meisten noch bei den Gattungen *Psycheotrephes*, *Euphronides*, *Psychropotes*. Was die einzelnen Familien der Elasipoden anbetrifft, so waltet bei den Psychropotiden die Bauchstellung vor; nur bei *Benthodytes* liegt der After dorsal. In der Familie der Deimatiden haben die Gattungen *Pannychia* terminale, *Oneirophanta* und *Deima* deutlich ventrale, *Laetmogone*, *Orphnurgus*, *Ilyodaemon* subdorsale Afterstellung. In der Familie der Elpidiiden ist die dorsale oder subdorsale Stellung die weitaus vorwiegende. Dass auch im Inneren einer und derselben Gattung die Stellung des Afters von subventral bis dorsal schwanken kann, lehren die *Scotoplanes*-Arten. Bei den Aspidochiroten kommt neben der häufigen terminalen Lage auch die subdorsale (z. B. bei *Paelopatides aspera* Théel), dorsale (z. B. bei *Paelopatides confundens* und *appendiculata* Théel), subventrale (z. B. bei *Pseudostichopus villosus* Théel) und ventrale (z. B. bei *Pseudostichopus mollis* Théel) vor. Bei den Dendrochiroten endlich nimmt der After, falls er die terminale Stellung verlässt, ebenso wie der Mund mit Vorliebe eine dorsale Lage ein, z. B. bei *Psolus*, vielen *Colochirus*-Arten u. a.

Die Form der Afteröffnung ist, übereinstimmend mit der des Mundes, eine kreisrunde; doch können sich die den After zunächst begrenzenden Theile der Körperwand auch so anordnen, dass sie denselben in fünfstrahliger Anordnung umstellen. Diese Fünfstrahligkeit tritt alsdann beim Zusammenziehen des Afters deutlich hervor und ist in vielen Fällen dadurch bedingt, dass sich die hier befindlichen Ambulacralfüsschen und -papillen zu fünf den Radien entsprechenden Gruppen zusammendrängen*); in anderen Fällen entwickeln sich im Umkreis der Afteröffnung fünf Kalkplatten von schuppen- oder zahnförmiger Gestalt, welche als Analplatten (Analklappen) oder Afterzähne**) bezeichnet werden, in der Regel eine interradiale Stellung einnehmen und so den Oralklappen entsprechen. Der Verschluss der Afteröffnung wird durch einen von der Quermuskulatur der Körperwand gelieferten Schliessmuskel bewerkstelligt (vergl. S. 61).

Ueber das Verhalten der Afterumgebung in den einzelnen Familien ist das Folgende zu bemerken. Bei den Synaptiden und Elasipoden fehlen besondere Auszeichnungen an dieser Stelle gänzlich. Bei den

---

*) Ob diese Gruppen immer radial stehen, wie dies zuerst Jäger (110) für *Bohadschia* angegeben hat, geht aus den vorliegenden Artbeschreibungen nicht zur Genüge hervor.

**) Die erste Erwähnung solcher Afterzähne findet sich bereits bei Gaertner (68).

Molpadiiden werden fünf kleine Papillengruppen rings um den After angegeben bei *Haplodactyla molpadioides* und *australis* Semp., *Caudina coriacea* Hutton, *Ankyroderma simile* Théel; bei letztgenannter Art besteht jede Gruppe aus einer zahnförmigen, kalkigen und drei kleinen, cylindrischen Papillen. Hervorzuheben ist, dass es an einer genaueren Feststellung darüber fehlt, ob die bei Molpadiiden vorkommenden Afterpapillen radial oder interradial stehen und ob sie nicht alle oder doch zum Theile auf umgewandelte Ambulacralfüsschen zurückzuführen sind. Fünf Afterzähnen, deren Stellung wiederum nicht näher untersucht ist, begegnen wir bei *Haplodactyla hyaloeides* Sluit., *Trochostoma boreale* (M. Sars), *albicans* Théel *), *arcticum* (v. Marenz.), *thomsonii* Dan. & Kor., *Ankyroderma jeffreysii* Dan. & Kor., *affine* Dan. & Kor., *Eupyrgus scaber* Lütk. Andere Arten, wie *Trochostoma antarcticum* Théel und *Haplodactyla punctata* Sluit. führen durch die fast unmerkliche Kleinheit ihrer Afterzähne zu denjenigen Formen hinüber, welche jeglicher Auszeichnungen am After entbehren, wie z. B. *Trochostoma violaceum* Stud., *Caudina arenata* (Gould), *ransonnetii* (v. Marenz.), *Ankyroderma danielsseni* Théel. Die angeführten Beispiele zeigen zugleich, dass im Inneren derselben Gattung Arten mit und ohne Analpapillen oder Analzähnen vorkommen. — Unter den Aspidochiroten sind besondere Auszeichnungen der Aftergegend im Ganzen seltener als bei den Molpadiiden. Insbesondere zeichnen sich die *Holothuria*-Arten der Untergattung *Bohadschia* durch die Fünfstrahligkeit (fünf radial gestellte Papillengruppen) ihrer Aftergegend aus, sowie die *Mülleria*-Arten durch den diese ganze Gattung kennzeichnenden Besitz von fünf meist kräftig entwickelten Kalkzähnen. Nach Jäger (110) haben dieselben bei seiner *Mülleria echinites* und *lecanora* eine radiale Stellung, was ich ausser für diese Arten auch für *Mülleria miliaris* Quoy & Gaim. bestätigen kann und Bell (22) ebenso für *M. miliaris* abbildet, während Selenka (229) ihnen in seinen Abbildungen eine interradiale Stellung gibt. Von besonderer Kleinheit sind sie bei *M. parvula* Sel., dagegen besonders kräftig und an der Oberfläche gekörnelt bei *M. formosa* Sel. Bei der Gattung *Pseudostichopus* Théel ist der After dadurch bemerkenswerth, dass er in die Tiefe einer von zwei Hautfalten gebildeten senkrechten Furche gerückt ist. — Viel häufiger als bei den Aspidochiroten finden sich Afterpapillen, -zähne und -platten bei den Dendrochiroten, ohne indessen auch nur für eine einzige Gattung derselben ein durchgreifendes Merkmal abzugeben. Fünf Füsschengruppen rings um den After kommen z. B. vor bei *Thyone gibber* (Sel.), fünf Papillengruppen bei *Thyone panamensis* Ludw. und *Actinocucumis typica* Ludw. (hier in radialer Stellung), fünf Gruppen von Kalkschüppchen bei *Thyone spectabilis* Ludw., ein Kranz von interradialen und radialen Kalkplatten bei *Rhopalodina lageniformis* Gray. Fünf Analzähne sind besonders häufig in den Gattungen *Colochirus*, *Thyone*

*) Bei dieser Art liegt nach aussen von den fünf Afterzähnen noch ein Kranz kleiner Papillen.

und *Cucumaria*; ihre Stellung wird meistens nicht genauer angegeben, nur von *Cucumaria miniata* (Br.) und *japonica* Semp. werden sie als radial gestellt bezeichnet, während Selenka (230) sie bei seiner *Thyone venusta* *) in interradialer Stellung abbildet. *Cucumaria*-Arten mit Afterzähnen sind ausser den beiden schon angeführten z. B. *dubiosa* Semp., *kerguelensis* Théel, *parva* Ludw., *ignava* Ludw., *pulcherrima* (Ayres) **). *Thyone*-Arten mit Afterzähnen sind z. B. *Thyone raphanus* Düb. & Kor., *peruana* (Less.), *spinosa* (Quoy & Gaim.), *villosa* Semp., *papillata* Sluit., *poucheti* Barrois, *aurantiaca* (Costa), *suspecta* Ludw., *belli* Ludw., *briareus* (Les.), *muricata* (Stud.) u. a. Bei *Colochirus* fehlen die Zähne nur ausnahmsweise, z. B. bei *C. peruanus* Semp.; sehr klein sind sie bei *C. inornatus* v. Marenz. und *tristis* Ludw., sehr gross und rauh bei *C. violaceus* Théel; bei *C. quadrangularis* (Less.) wechseln fünf kleine, kegelförmige Analzähne mit fünf breiteren Schuppen ab. Vergleicht man die Zahl der Arten ohne und mit Analzähnen, so bilden die drei Gattungen *Cucumaria, Thyone, Colochirus* in dieser Aufeinanderfolge eine Reihe, in welcher das Auftreten der Analzähne sich immer weiter steigert. Bei einzelnen *Psolus*- und *Theelia*-Arten endlich treten rings um den After fünf dreieckige Kalkplatten auf, welche den Mundklappen derselben Arten ähnlich sehen, sich aber durch geringere Grösse von ihnen unterscheiden; bei *Psolus antarcticus* (Phil.), *ephippifer* Wyv. Thoms., *tuberculosus* Théel und *Theelia cataphracta* (Sel.) stehen sie nach Théel's (267 u. 268) und Selenka's (230) Abbildungen interradial ***) und stimmen also auch in dieser Hinsicht mit den Mundklappen überein ****).

3. Die Abschnitte des Darmrohres und sein makroscopischer Bau.

Am gesammten Darmrohre lassen sich mehrere ungleichgrosse und bald mehr, bald weniger deutlich gesonderte Abschnitte unterscheiden, nämlich a. die Speiseröhre, b. der Magen, c. der Dünndarm, d. der Enddarm.

a. Die **Speiseröhre** (Oesophagus, Schlund, Pharynx, Vorderdarm) wurde von Tiedemann (273) und Jäger (110) als Magen bezeichnet, was

*) Es kann nur auf einer Flüchtigkeit beruhen, dass Lampert (134, S. 160) dieser Art statt der deutlich von Selenka abgebildeten fünf Afterzähne deren zehn zuschreibt.

**) Lampert (134, S. 152) schreibt zwar auch meiner *Cucumaria punctata* anale Kalkzähne zu, jedoch in ganz willkürlicher Abänderung meiner (147, S. 6) bestimmten, gegentheiligen Angabe: „After fünfstrahlig, ohne Kalkzähne."

***) Dagegen bei *Theelia ambulatrix* (Bell) nach Bell's (12) Zeichnung radial, vergl. auch die Anm. (zu Mundklappen) S. 140.

****) Bei *Psolus ornatus* Verrill gibt Lampert (134, S. 122), wiederum in freier Benutzung seiner Quellen, einen Papillenkranz um den After an, von dem in der Originalbeschreibung Verrill's (277, S. 322) nichts steht.

bereits Krohn (123) berichtigte. Sehr oft durch eine dunkle Pigmentirung ausgezeichnet, durchsetzt sie vom Munde kommend den später zu betrachtenden Schlundkopf und reicht nach hinten gewöhnlich bis an oder bis etwas hinter den Wassergefässring*); letzteres ist der Fall bei den mit einem Muskelmagen ausgestatteten Synaptiden, bei manchen Dendrochiroten und Elasipoden. Besonders lang ist sie bei einzelnen Aspidochiroten, z. B. *Holothuria impatiens* (Forsk.), *gracilis* und *coluber* Semp., und Elasipoden, z. B. *Benthodytes sanguinolenta* Théel. In ihrem vorderen Bezirke ist die Speiseröhre oft viel geräumiger als in ihrem hinteren, vom Wassergefässringe umgebenen Theile; Théel (266) unterscheidet deshalb bei den Elasipoden jenen vorderen Theil als Mundhöhle von dem hinteren, der eigentlichen Speiseröhre. Aeusserlich grenzt sich die Speiseröhre von dem folgenden Darmabschnitte durch eine mehr oder weniger scharfe Einschnürung ab, welcher wohl in der Regel eine innere ringförmige Querfalte entspricht, die zuerst Tiedemann (273) bei *Holothuria tubulosa* erwähnte**) und später Danielssen und Koren (50) bei ihrem *Trochostoma thomsonii*, Théel (266) bei den Elasipoden, Vogt und Yung (284) bei *Cucumaria planci* beobachteten. Die äussere Oberfläche der Speiseröhre ist fast immer ebenso wie die des übrigen Darmrohres glatt; doch geben Vogt und Yung (284) an, dass bei *Cucumaria planci* kleine warzenförmige Auswüchse an der Speiseröhre auftreten und auch bei *Cucumaria calcigera* (Stimps.) fanden Duncan und Sladen (56) sie mit feinen Papillen zottig besetzt. Ihre innere Oberfläche ist in der Regel in längslaufende Falten gelegt, denen bereits Tiedemann (273) bei *Holothuria tubulosa*, Quatrefages (210) bei *Synapta inhaerens****), Koren (119) bei *Thyone fusus* Beachtung schenkten. Semper (238) war der Ansicht, dass in der Speiseröhre der Holothurien überhaupt nur Längsfalten vorkommen; im Gegensatze dazu fand Hamann (91) im Schlunde von *Cucumaria planci* zottenförmige Erhebungen, während wieder Vogt und Yung (284) bei der gleichen Art nur Längsfalten angeben. Auch bei Elasipoden und Molpadiiden bestätigten die Untersuchungen von Danielssen und Koren (50) das Vorkommen der Längsfalten, so bei *Kolga hyalina*, *Irpa abyssicola*, *Trochostoma thomsonii*.

b. Der **Magen**, den Jourdan Mitteldarm, Vogt und Yung Munddarm nennen, ist nicht immer zu ganz deutlicher, äusserlich sofort erkennbarer

---

*) Selenka (229) wendet in seinen Abbildungen mehrmals die Bezeichnung *Oe* (Oesophagus) für das hinter dem Wassergefässring gelegene Darmstück an. Es ist aber dabei zu beachten, dass Selenka die einzelnen Abschnitte des Darmes, namentlich Speiseröhre und Magen, nicht scharf auseinanderhält.

**) Dass Tiedemann diese Falte Pförtnerfalte, Danielssen u. Koren sie aber Cardiacalfalte nennen, hängt damit zusammen, dass die Speiseröhre, wie oben bemerkt, von Tiedemann als Magen bezeichnet wird.

***) Baur (10) bildet sie auch von *Synapta digitata* ab, während nach Hamann (92 u. 93) bei dieser Art der obere Abschnitt der Speiseröhre faltenlos, der untere aber mit queren wulstförmigen Erhebungen ausgestattet sein soll.

Sonderung gelangt, wodurch es sich wohl erklärt, dass früher schon Quatrefages (210) ihn für *Synapta inhaerens* und neuerdings wieder Kingsley (117) für *Caudina arenata* (Gould) ganz in Abrede stellen konnten. Seine vordere Grenze fällt natürlich mit der hinteren Grenze der Speiseröhre zusammen. Seine hintere Grenze ist durch eine oft sehr seichte Einschnürung gegeben, wird aber nach Semper (238) beim lebenden Thiere durch einen Wechsel in der Farbe des Darmes gekennzeichnet, welcher mit der Vertheilung der Darmblutgefässe in Zusammenhang steht. In der Regel ist er verhältnissmässig recht kurz, bei *Synapta digitata* z. B. durchschnittlich 1—1.5 cm lang, bei kleineren Arten selbstverständlich erheblich kürzer; nur selten erreicht er eine bedeutende Länge, z. B. bei *Holothuria gracilis* Semp. und *Cucumaria frondosa* (Gunn.). Durch seine Dicke unterscheidet er sich gewöhnlich nur wenig von dem vorhergehenden und dem folgenden Darmabschnitte. Zuerst entdeckt wurde er bei *Synapta digitata* und mehreren (nicht näher bezeichneten) Dendrochiroten durch Joh. Müller (182 und 183); Leydig (142) und Baur (10) bestätigten den Befund bei *Synapta digitata*, wo er sich durch seine verhältnissmässig derben Muskelwände sehr bestimmt von dem viel zarthäutigeren Dünndarm absetzt und dadurch die Veranlassung gab, dass Joh. Müller ihn als Muskelmagen bezeichnete — was mindestens ebenso zutreffend ist als die Veränderung in Drüsenmagen, welche Hamann (93) mit diesem Namen vorgenommen hat. Am schärfsten ausgeprägt scheint der Muskelmagen bei den meisten Dendrochiroten zu sein, z. B. bei *Cucumaria planci**); ferner erwähnen ihn Danielssen und Koren (50) bei *Kolga* und *Irpa* unter den Elasipoden. Bei anderen Holothurien, namentlich den Aspidochiroten (z. B. *Holothuria tubulosa*) und Molpadiiden (z. B. *Trochostoma thomsonii*) ist die Wand des Magens keineswegs durch besonderen Muskelreichthum ausgezeichnet, sodass man hier von einem „Muskelmagen“ nicht wohl sprechen kann. Die äussere Oberfläche des Magens ist glatt, die innere Oberfläche ebenfalls glatt oder leicht gewulstet, was wahrscheinlich mit verschiedenen Contractionszuständen zusammenhängt, oder, was die Regel zu sein scheint, wie die Speiseröhre in Längsfalten gelegt**). Diese Längsfalten sind z. B. bei *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria planci****) wohl ausgebildet; bei *Holothuria tubulosa*, wo auch Jourdan (114) sie feststellte, setzen sie sich nach Hamann (93) an ihrem hinteren Ende scharf von den Falten des Dünn-

*) Bei seinem *Ocnus javanicus* beschreibt Sluiter (241) eine kropfförmige Auftreibung am Darme, die offenbar identisch ist mit dem von mir (161a) bei der sehr nahe verwandten Art, *O. typicus* Théel, beobachteten Magen.

**) Wenn Hamann (91 u. 93) behauptet, es habe Semper in den Magen vorspringende Wülste als sichelförmige Falten beschrieben, so übersieht er, dass sich die betr. Angaben Semper's zunächst nicht auf den Magen, sondern auf den Dünndarm beziehen. Semper hat allerdings selbst, aber irrthümlich, diese Falten später in seinem Buche: Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere, I, 1880, S. 210, in den Magen verlegt.

***) Trotz der Angabe Hamann's (91 u. 93), wonach die innere Oberfläche des Magens bei dieser Art zottenförmige Erhebungen besitzen soll.

darmes ab. Bei *Kolga* sind die Längsfalten im ventralen Bezirk des Magens nach Danielssen und Koren (50) stärker entwickelt als im dorsalen.

c. Der **Dünndarm** (Enddarm bei Jourdan, Chylusdarm) ist der weitaus am mächtigsten entwickelte Theil des Darmrohres; seine Länge übertrifft stets und in erheblichem Maasse die Länge aller anderen Darmabschnitte zusammengenommen. Seine Wandung ist meist dünner als die der übrigen Darmabschnitte. Seine äussere Oberfläche ist glatt. Bald dichter, bald in grösserem Abstande aufeinander folgende quere Einschnürungen wechseln an demselben mit schwachen Ausbuchtungen ab und sind gewöhnlich an zwei einander gegenüberliegenden Längslinien, welche den dort befindlichen Hauptblutgefässen (vergl. Blutgefässsystem) entsprechen, unterbrochen; die Begrenzung des Dünndarms wird also von unregelmässigen Wellenlinien gebildet. Seine innere Oberfläche erhebt sich häufig zu Längsfalten, welche bei *Holothuria tubulosa* nach Jourdan (114) weniger zahlreich und hoch, nach Hamann (93) auch weniger regelmässig angeordnet sind als diejenigen der Speiseröhre und des Magens; auch bei *Kolga hyalina* sind diese Falten nach Danielssen und Koren (50) schwächer als im Magen; bei *Synapta digitata* entstehen sie nach Hamann (93) nur durch Contractionen der Darmmuskulatur.

Bei manchen Aspidochiroten treten im Dünndarm aber auch quere Falten der inneren Oberfläche auf, welche dadurch ein besonderes Interesse bekommen haben, dass Semper (238) sie mit dem Athmungsvorgange in Beziehung gebracht hat und eine Art von inneren Kiemen, Darmkiemen, in ihnen sieht. Bei dem Blutgefässsystem wird Gelegenheit sein, auf den Bau derselben näher einzugehen. Ihre wahrscheinliche Function soll im Kapitel Physiologie erörtert werden. Hier sei nur über ihr Vorkommen bemerkt, dass Selenka (229) zuerst derartige quere Falten oder Blätter bei *Stichopus chloronotos* Br. wahrgenommen hat; nach Semper finden sie sich auch bei anderen *Stichopus*-Arten (z. B. *St. variegatus* Semp.), sowie bei der Untergattung *Bohadschia* und sind hier im ersten und zweiten Darmschenkel entweder in zwei (*Stichopus*) oder in vier (*Bohadschia*) Längsreihen angeordnet; Sluiter (281) erwähnt derselben auch bei seiner räthselhaften Art *Ananus holothurioides* und Danielssen und Koren (50) beobachteten sie im ersten und zweiten Darmschenkel ihres *Trochostoma thomsonii*.

Der Vollständigkeit halber sei beim Dünndarm noch erwähnt, dass Krukenberg (126) und später auch Hamann (91) besondere Darmanhänge bei *Cucumaria planci* gefunden haben wollen. Krukenberg spricht von dunkelgelben, langen Darmanhängen, die aber von keinem anderen Forscher wiedergefunden werden konnten und wahrscheinlich auf eine Verwechselung mit den Genitalschläuchen zurückzuführen sind. Anders geartet sind die Anhänge, die Hamann beschreibt; unterhalb des Magens werde der Dünndarm von einer Reihe von schlauchförmigen Gebilden besetzt, die an der einen Seite des dorsalen Mesenteriums liegen, Ausstülpungen des Dünndarms darstellen, und Homologa der radialen Darmblindsäcke der Seesterne seien. Ob es sich auch hier, wie ich ver-

muthe, um irgend ein Missverständniss handelt, kann erst eine genaue Nachuntersuchung lehren, die um so wünschenswerther erscheint, als Hamann in seiner späteren ausführlichen Arbeit (93) diese Organe ganz mit Stillschweigen übergeht. — Dem Dünndarme scheint endlich auch der bis 5 cm lange eigenthümliche Blindsack anzugehören, welchen Théel (267) bei fast allen Exemplaren von *Paelopatides confundens* antraf.

d. Der **Enddarm** hat stets einen grösseren Querdurchmesser und eine derbere Wand als der Dünndarm, von dem er sich durch eine äussere Einschnürung absetzt, welcher eine innere Kreisfalte entspricht. Da bei den mit sogen. Lungen ausgestatteten Arten diese Organe in den Enddarm münden, hat man auf denselben seit Tiedemann (273) die Bezeichnung Kloake in Anwendung gebracht. Doch passt dieser Name nicht für die Lungenlosen, deren letztes Darmstück, wie schon Baur (10, S. 28) ausführte, im Uebrigen der Kloake der Lungenholothurien homolog ist. Bei den Synaptiden und Molpadiiden ist der Enddarm in der Regel klein, namentlich bei den ersteren; doch kommen unter den letzteren auch schon Arten mit recht grossem Enddarme vor, z. B. *Caudina arenata* (Gould). Unter den Elasipoden ist er verhältnissmässig klein bei den Deimatiden und einzelnen Arten der Elpidiiden und Psychropotiden, dagegen in anderen Fällen ungewöhnlich gross, z. B. bei *Elpidia verrucosa*, *Scotoplanes robusta*, *Euphronides depressa* Théel. Bei den Aspidochiroten und Dendrochiroten ist er am kräftigsten entwickelt (z. B. bei *Holothuria tubulosa* bis 4 cm lang und 2.5 cm breit) und gewöhnlich von länglich eiförmiger Gestalt; besonders gross ist er beispielsweise bei *Holothuria atra* Jäg., *princeps* Sel., *fusco-cinerea* Jäg., *Cucumaria quinquesemita* Sel., *Colochirus spinosus* (Quoy und Gaim.). Die äussere Oberfläche des Enddarmes ist von den später zu besprechenden Aufhängesträngen besetzt, welche denselben an die Körperwand befestigen. Die Innenfläche des Enddarmes scheint in der Regel ganz glatt zu sein, doch werden für einzelne Arten auch Längsfalten angegeben, z. B. für *Kolga hyalina* von Danielssen und Koren (50), für *Synapta digitata* von Hamann (92); häufig ist die Innenfläche dunkel pigmentirt, z. B. bei *Holothuria atra*, *fusco-cinerea* u. a.

Bei einigen Elpidiiden entsendet der Enddarm an seinem vorderen Ende einen nach vorn gerichteten, links gelegenen, geräumigen und mitunter bis zur Körpermitte reichenden Blindsack. Théel (263 u. 266) und Danielssen und Koren (50), denen wir die Entdeckung dieses Gebildes verdanken, erwähnen desselben bei *Achlyonice paradoxa*, *Scotoplanes globosa* und *albida*, *Elpidia glacialis*, *Kolga nana* Théel*) und *Kolga hyalina* Dan. und Kor., äussern sich aber nicht weiter über seine morphologische Bedeutung. Meines Erachtens liegt es aber sehr nahe, in diesem Blindsacke ein Rudiment der sogen. Lunge zu sehen (vergl. Kiemen-

*) Théel fand denselben Blindsack, jedoch nur individuell auftretend, auch bei einer Deimatidenart, *Laetmogone wyville-thomsoni*.

bäume). Ebenso dürfte sich als eine rudimentäre Lunge der seitlich gebuchtete, nach vorn gerichtete Blindsack auffassen lassen, den Théel (266) am dritten Darmschenkel der zu den Psychropotiden gehörigen Art *Benthodytes sanguinolenta* Théel beschreibt (IX, 5).

4. Histologie des Darmrohres.

Im Ganzen lassen sich in der histologischen Zusammensetzung der Darmwand von innen nach aussen die folgenden fünf Schichten unterscheiden: a. das innere Epithel, b. die innere Bindegewebsschicht, c. die Muskelschicht, d. die äussere Bindegewebsschicht, e. das äussere Epithel.

a. Das innere Epithel ist sehr häufig von einer Cuticula überkleidet oder auch bewimpert. Was zunächst die Wimperung anbetrifft, so scheint sie nicht überall vorzukommen. Semper (238) fand sie vom Anfange des Dünndarmes an bis zum hintersten Ende des Darmrohres, vermisste sie aber im Magen der Synaptiden und im Schlunde einiger Aspidochiroten. Damit stimmen die Befunde Hamann's überein, welcher bei *Synapta digitata* (Mont.) eine feine Bewimperung im Dünndarm nachwies (93), während sie dem Magen derselben Art fehlt (92). Auch Danielssen und Koren (50) erwähnen der Wimperung im Dünndarm von *Myriotrochus rinkii* Steenstr., während merkwürdigerweise Jourdan (114) über ihr Vorkommen im Darm der *Holothuria tubulosa* (Gmel.) keinerlei Beobachtungen mittheilt und Kölliker (118) schon lange vorher sich bei derselben Art vergeblich bemühte eine Flimmerung wahrzunehmen.

Auch in Betreff der Cuticula (IX, 1, 2) des Darmepithels sind unsere Kenntnisse noch zu keinem wünschenswerthen Abschlusse gelangt. Zuerst bemerkte dieselbe Kölliker (118), welcher bei *Holothuria tubulosa* im ganzen Darme „von der Stelle an, wo die Gefässe beginnen, bis ans unterste Ende an den cylindrischen Epithelzellen leicht verdickte Säume“ auffand, welche im Wasser aufquellen und zugleich in der Weise streifig werden, dass sie einen Flimmersaum vortäuschen. Nach Semper (238) ist die Cuticula besonders dort gut entwickelt, wo eine Bewimperung fehlt — er hebt in dieser Hinsicht namentlich den Magen der Synaptiden hervor. Die Cuticula des Schlundes geht nach Semper's Beobachtungen an der Mundöffnung direct über in diejenige der Mundscheibe und weiterhin der äusseren Haut. Bei den Synaptiden fand Hamann (93) im Magen der *Synapta digitata*, entsprechend den Semper'schen Angaben, eine fast 0.01 mm dicke Cuticula, während er sie im Dünndarm derselben Art ganz in Abrede stellt; bei einer anderen Synaptide, *Chiridota rufescens* Br., sehe ich aber auch im Dünndarme eine deutliche Cuticula. Bei den Molpadiiden liegen bis jetzt überhaupt keine Beobachtungen über das Vorkommen einer Cuticula des Darmepithels vor. In Betreff der Elasipoden haben wir nur eine einzige Notiz von Danielssen und Koren (50), wonach bei *Kolga hyalina* im Schlunde eine dicke, im Magen eine dünnere Cuticula

vorhanden ist. Bei den Aspidochiroten fügte Teuscher (261) dem schon durch Kölliker bekannt Gewordenen hinzu, dass die Cuticula im Darme der *Holothuria tubulosa* stets kräftiger entwickelt sei als diejenige des Körperepithels, und Jourdan (114) will sich überzeugt haben, dass sie aus kleinen Stückchen zusammengesetzt ist, von denen je eines einer darunter gelegenen Epithelzelle entspricht. Die Dicke der Cuticula beträgt bei *Holothuria tubulosa* nach Hamann (93) im Schlunde und Magen 0.0016 mm. Für die Dendrochiroten beschränken sich unsere Kenntnisse auf eine Bemerkung Hamann's, der im Schlunde von *Cucumaria cucumis* eine dünne Cuticularschicht beobachtete, und auf die Angabe von Vogt und Yung (284), dass die Zellen des Darmepithels der *Cucumaria planci* (Br.) an ihrem freien Ende „mit einer durchsichtigen Schicht, einer Art Cuticula, geschlossen sind".

Dem Darmepithel selbst wies noch Semper (238), ebenso wie schon früher Kölliker (118), eine einfache Beschaffenheit zu, indem er dasselbe als ein einfaches Cylinderepithel bezeichnete, welches nur im Schlunde und Magen geschichtet zu sein scheine. Die späteren Untersuchungen lehrten jedoch eine komplicirtere Zusammensetzung kennen, welche sich namentlich durch das Auftreten verschiedenartiger Drüsenzellen kennzeichnet. Allerdings hatte auch Semper bereits Drüsen in der Magenwand der Dendrochiroten und Synaptiden erwähnt, sie aber unter das Epithel in die innere Lage der inneren Bindegewebsschicht verlegt, und in ähnlicher Weise schilderte auch noch Théel (266) eine unter dem Epithel gelegene Drüsenschicht bei *Oneirophanta*. Nachdem Graber (72) einen schwachen Versuch gemacht hatte, tiefer, als es bis dahin geschehen war, in den feineren Bau des Darmepithels einzudringen, war Teuscher (261) der erste Forscher, dem es gelang bestimmte Drüsenzellen in dem Darmepithel wahrscheinlich zu machen. Im Magenepithel der *Holothuria tubulosa* beschrieb er zwischen den cylindrischen Epithelzellen viele, bis 0.1 mm lange, keulenförmige Zellen, welche mit ihrem verjüngten Theile nach der Cuticula hin gerichtet sind; er bezeichnete sie als Drüsenzellen, obschon er keine die Cuticula durchsetzende Ausmündungen derselben erkennen konnte. Auch Danielssen und Koren (50) fanden im Schlund- und Magenepithel der *Kolga hyalina* zweierlei verschiedene Zellen, von denen sie die einen für einfache Epithelzellen, die anderen aber für Drüsenzellen erklärten, indem sie zugleich deren Aehnlichkeit mit den von Teuscher bei *Holothuria tubulosa* gesehenen hervorhoben.

Genauere histologische Untersuchungen über den Bau des Darmepithels nahmen erst Jourdan (114) und Hamann (91—93) vor. Beide fanden so grosse Verschiedenheiten des Epithels in den einzelnen Abschnitten des Verdauungsrohres, dass es sich auch hier empfiehlt, für jeden Darmabschnitt den Bau des Epithels einer besonderen Betrachtung zu unterwerfen. Leider hat Hamann den Einzelangaben Jourdan's, obgleich sie ihm bekannt waren, fast gar keine Berücksichtigung ge

schenkt, was die Vergleichung ihrer zum Theile recht abweichenden Befunde sehr erschwert.

1. Das Epithel des Schlundes (Vorderdarm Jourdan). Hamann erwähnt im Schlundepithel von *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria cucumis* nur einerlei cylindrische bis fadenförmige Zellen, welche bei *Cucumaria* einen schwarzen Farbstoff*) beherbergen; bei *Synapta digitata* aber fand er zwischen den cylindrischen eigentlichen Epithelzellen auch Drüsenzellen und zwar in denselben beiden Formen, wie sie im Körperepithel vorkommen (also erstens Becherdrüsen, zweitens Schlauchdrüsen). Jourdan dagegen fand auch bei *Holothuria tubulosa* zwischen den langgestreckten Epithelzellen Drüsenzellen, aber nur solche von länglich ovaler Form mit körnigem Protoplasma, die den Schlauchdrüsen Hamann's zu entsprechen scheinen. — Beide Forscher beachteten die Eigenthümlichkeit, dass sich die Epithelschicht des Schlundes gegen die angrenzende innere Bindegewebsschicht nicht scharf absetzt.

2. Das Epithel des Magens (Mitteldarm Jourdan) ist nach Jourdan bei *Holothuria tubulosa* (IX, 4) aus nicht weniger als vier verschiedenen Sorten von Zellen zusammengesetzt, nämlich: 1. eigentliche Epithelzellen von langer, fadenförmig gestreckter Gestalt, welche durch Uebergangsformen zu der folgenden Zellensorte überleiten. 2. Drüsenzellen, welche bis auf den grobkörnigen Inhalt mit denen des Schlundes übereinstimmen. 3. „Ovoide Drüsenzellen", die sich auch im Dünndarmepithel, sowie im Peritonealepithel vorfinden; durch ihr hyalines, in Kügelchen getheiltes Protoplasma erweisen sie sich als Schleimzellen (= Wanderzellen, vergl. S. 33 u. 34). 4. Dem Magen eigenthümliche keulenförmige Drüsenzellen, deren verdicktes Ende gegen die Cuticula gerichtet ist und einen in glänzende Kügelchen gesonderten Inhalt besitzt, während ihr basaler, verjüngt auslaufender und den Kern umschliessender Theil aus homogenem Plasma besteht; die Kügelchen verhalten sich gegen Farbstoffe anders als die der sub 3 erwähnten Wanderzellen. Hamann dagegen beschreibt im Magenepithel der *Holothuria tubulosa* nur zweierlei Zellen, welche den sub 1 und 4 von Jourdan beschriebenen entsprechen; er fasst den Inhalt der dem Magen eigenthümlichen Drüsenzellen (IX, 2 und 3), die er kolbige Drüsenzellen nennt, wohl richtiger als Jourdan auf, indem er denselben als stark vacuolisirtes Plasma schildert. Hamann hat aber auch andere Arten auf den Bau ihres Magenepithels untersucht und dasselbe auffallend verschieden gefunden. So besteht nach ihm das Magenepithel der *Cucumaria cucumis* nur aus einfachen Epithelzellen ohne Drüsenzellen, dagegen das der *Synapta digitata* (IX, 1) nur aus Drüsenzellen ohne eigentliche Epithelzellen; ich muss gestehen, dass beide Angaben mir einer Bestätigung sehr bedürftig erscheinen. Die Drüsenzellen im Magen der *Synapta digitata* sind

*) Ob in allen Fällen, in welchen der Schlund oder auch das ganze Darmrohr (z. B. bei *Elpidia purpurea* und *Pseudostichopus villosus var. violaceus* Théel) pigmentirt sind, die Färbung ihren Sitz allein oder vorzugsweise in dem inneren Epithel hat, bedarf noch der Feststellung.

nach Hamann kolbenförmig mit nach der Cuticula gerichtetem Stiele und feingranulirtem Inhalte. In ihrer Form erinnern sie an die Drüsen, welche bereits Semper bei seiner *Synapta similis* in der Innenlage der inneren Bindegewebsschicht beschrieben hat. Sie scheinen den Hamann'schen Schlauchdrüsen der Haut (s. S. 31) und des Schlundes, sowie auch den von Jourdan im Schlunde und sub 2 (s. S. 150) im Magen von *Holothuria tubulosa* gefundenen zu entsprechen.

Auch in Bezug auf die Abgrenzung des Magenepithels gegen die angrenzende Bindegewebsschicht scheinen die einzelnen Arten nicht ganz miteinander übereinzustimmen. Während nämlich bei *Synapta digitata* nach Hamann das Bindegewebe weit zwischen die inneren Enden der kolbenförmigen Drüsenzellen hinaufreicht (IX, 1) und Semper diese Drüsenzellen bei *Synapta similis* sogar in das Bindegewebe selbst verlegt, ist das Bindegewebe bei *Holothuria tubulosa* nach den übereinstimmenden Angaben von Jourdan und Hamann scharf gegen das Epithel begrenzt und von demselben durch eine glashelle, dünne, elastische Membran geschieden (IX, 2, 4).

3. Das Epithel des Dünndarms (Enddarm Jourdan) ist nach Jourdan bei *Holothuria tubulosa* sehr viel einfacher gebaut als das des Magens und blos aus einem mehrschichtigen Cylinderepithel gebildet, in welchem hier und da dieselben Schleim- oder Wanderzellen vorkommen wie im Magen (s. oben sub 3). Hamann dagegen scheint das Dünndarmepithel bei *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria cucumis* für ein nur einschichtiges Cylinderepithel zu halten, in welchem kolbige Drüsenzellen vorkommen, die verschieden sind von seinen kolbigen Drüsenzellen des Magens und vielleicht dieselben Zellen darstellen, welche Jourdan Schleimzellen nennt. Bei *Synapta digitata* fand Hamann das Dünndarmepithel ebenfalls nur einschichtig, aus cylindrischen bis kubischen Zellen gebildet, welche bald gelbe Körnerhaufen, bald Fetttröpfchen, bald Pigmentanhäufungen einschliessen; zwischen diesen Zellen bemerkte er vereinzelte Becherdrüsenzellen. — Gegen das unterliegende Bindegewebe scheint das Dünndarmepithel stets wohl abgegrenzt zu sein.

4. Das Epithel des Enddarmes (bez. der Kloake) ist nach Hamann (91) bei den Pedaten eine Lage abgeplatteter Zellen, während es nach demselben Forscher (93) bei den Synaptiden dieselbe Zusammensetzung zeigt wie das Körperepithel und sich ebensowenig wie dieses und das des Schlundes scharf von der inneren Bindegewebsschicht absetzt. Die einzelnen Epithelzellen sind bei *Synapta digitata* an ihrer Basis zugespitzt und zum Theil in feine Fasern verlängert, welche in das Bindegewebe eintreten. Besonders reich ist dieses Epithel bei *Synapta digitata* an langen Schlauchdrüsen, welche die Epithelzellen zwei- bis dreimal an Länge übertreffen und mit ihrem langen Basalfortsatz sich oft beträchtliche Strecken weit in die Bindesubstanz verfolgen lassen.

b. **Die innere Bindegewebsschicht.** Diese auf das innere Epithel nach aussen folgende Schicht (IX, 1, 2, 4) ist durchweg kräftig entwickelt. Nur bei *Cucumaria cucumis* und *planci* wird von Hamann (91 u. 93) angegeben,

dass sie im Bereiche des Schlundes gänzlich fehle und auch am Magen nur ganz schwach entwickelt sei — eine Angabe, die einer Bestätigung bedürftig erscheint. Semper unterschied bereits zwei Lagen in der inneren Bindegewebsschicht, eine innere und eine äussere (IX, 4); jene nannte er wegen ihres Reichthums an Zellen und der geringen Ausbildung der Fasern die zellige Lage, diese aber wegen des umgekehrten Verhaltens (Zellenarmuth, Faserreichthum) die faserige Lage. Gewöhnlich ist die faserige Lage dicker als die zellige; seltener, z. B. bei *Trochostoma thomsonii* nach Danielssen und Koren (50), ist die zellige Lage die dickere. Auch Jourdan unterschied bei *Holothuria tubulosa* dieselben beiden Lagen und fand die faserige Lage (seine „couche basilaire") besonders im Bereich des Magens scharf ausgebildet. Hamann dagegen scheint die ganze innere Bindegewebsschicht als eine ganz gleichartige zu betrachten, wenigstens unterscheidet er die beiden besonderen, von Semper und Jourdan angegebenen Lagen nicht. Von Zellen bemerkten Semper und Jourdan in der inneren Bindegewebsschicht 1. Bindegewebszellen, 2. Wanderzellen (= Schleimzellen Semper's, amöboide Zellen Jourdan's); ausserdem kommen mitunter, z. B. bei *Holothuria tubulosa* nach Graber (72), Jourdan und Hamann gelbe Körnerhaufen (IX, 4) darin vor, welche Jourdan aus einer Verschmelzung mehrerer Zellen entstehen lässt. Wenn Kalkkörperchen in der Darmwand vorkommen, was bei sehr vielen Arten der Fall ist, so liegen sie, wie schon Semper richtig bemerkte, in der Regel in der Faserlage der inneren Bindegewebsschicht, dagegen bei *Trochostoma thomsonii* nach Danielssen und Koren (50) in der zelligen Lage. Ferner ist es jene Faserlage oder auch die ganze innere Bindegewebsschicht, welche die Blutgefässe der Darmwand beherbergt, auf welche wir bei Betrachtung des Blutgefässsystemes zurückkommen werden. Diese Lagerung der Blutgefässe war schon Tiedemann (273) bekannt, wurde aber erst durch Semper genauer festgestellt und damit zugleich der Irrthum Selenka's (229) berichtigt, dass die Blutgefässe zwischen der Längs- und Ringmuskelschicht ihre Lage hätten.

Die bald weniger deutliche, bald durch eine dünne, elastische Membran bewirkte Abgrenzung der inneren Bindegewebsschicht von dem Innenepithel ist schon bei diesem (s. S. 150—151) besprochen worden. — Die innere Bindegewebsschicht ist es auch, welche in ihrer äusseren Lage, der Muskelschicht dicht anliegend, den Schlundnerven sowie das Nervengeflecht des Magens und Dünndarmes (s. S. 70 u. 71) beherbergt (IX, 1).

c. **Die Muskelschicht.** Schon Tiedemann (273) bemerkte, dass die Muskelschicht des Darmrohres (bei *Holothuria tubulosa*) aus Längs- und Ringmuskelfasern besteht, machte aber über deren gegenseitige Lagebeziehung noch keinerlei Angaben. Erst Quatrefages (210) gibt darüber die erste Notiz. Er fand bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) die Muskelschicht in eine innere Längsfaserlage und eine äussere Ringfaserlage gesondert. Selenka (229) glaubte dieses Lageverhältniss der Längs- und Ringmuskulatur auf alle Holothurien übertragen zu können. Indessen

lehrten die neuen Beobachtungen, dass sich das nur im Grossen und Ganzen so verhält, im Einzelnen aber es nicht an Ausnahmen fehlt, in welchen in umgekehrter Anordnung die Längsfaserlage die äussere und die Ringfaserlage die innere ist; auch sind Fälle bekannt geworden, in welchen nach aussen von der äusseren Ringfaserlage eine zweite Längsfaserschicht auftritt, die allerdings viel schwächer entwickelt ist als die nach innen von der Ringmuskellage befindliche, so z. B. nach Semper im Magen von *Cucumaria japonica* Semp. und von nicht näher bezeichneten Synaptiden.

Die regelmässige Anordnung: Längsfasern nach innen von den Ringfasern findet sich, soweit bestimmte Angaben vorliegen, ausnahmslos bei den Molpadiiden*), Elasipoden**) und Dendrochiroten***); dagegen beziehen sich alle bis jetzt bekannten Ausnahmen (mit umgekehrter Reihenfolge der Muskellagen) auf die beiden Familien der Synaptiden und Aspidochiroten. Bemerkenswerther Weise lauten bei den Synaptiden die Angaben für Arten derselben Familie verschieden und bei den Aspidochiroten ändert sich die Muskelanordnung sogar im Verlaufe des Darmrohres selbst. Was die Synaptiden anbetrifft, so geben Quatrefages (210) für *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) und Semper (238) für *Synapta similis* Semp. und *beselii* Jäg. die regelmässige, Hamann (93) dagegen für *Synapta digitata* (Mont.) die umgekehrte Lagerung der Darmmuskelschichten an (IX, 1), und ich selbst finde auch bei *Synapta orsinii* Ludw. und *Chiridota rufescens* Br. die umgekehrte Anordnung. Bei den Aspidochiroten (IX, 2) herrscht im Schlunde die regelmässige Lagerung, an deren Stelle im Magen und Dünndarm die umgekehrte (IX, 4) treten kann, um dann in der Kloake wieder der regelmässigen Platz zu machen. Dieser Wechsel der Muskelanordnung im Magen wurde durch Jourdan (114) bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) und *Stichopus regalis* (Cuv.) festgestellt und durch Hamann für die erstgenannte Art bestätigt; der Wechsel scheint in einem Zusammenhange mit dem Umstande zu stehen, dass der Darm der Aspidochiroten sehr leicht hinter dem Schlunde abreisst. Ueber die genaue Stelle des Magens, an welcher der Wechsel der Muskulatur eintritt, stehen die Angaben Jourdan's und Hamann's nicht ganz im Einklange; nach jenem Forscher scheint die betreffende Stelle im vorderen, nach diesem im hinteren Bezirk des Magens zu liegen (vorausgesetzt, dass der von Jourdan als Mitteldarm bezeichnete Abschnitt des Darmrohres dem von Hamann Magen genannten ganz genau entspricht). Der eben besprochene Wechsel in der Anordnung der Darmmuskulatur scheint übrigens nicht bei allen Aspidochiroten vorzukommen; wenigstens geht aus den Mittheilungen Semper's hervor, dass bei seinem *Stichopus variegatus* an der Grenze

*) z. B. bei *Trochostoma thomsonii* nach Danielssen und Koren (50).

**) z. B. bei *Oneirophanta mutabilis* nach Théel (266) und bei *Irpa abyssicola* nach Danielssen und Koren (50).

***) z. B. bei *Cucumaria japonica* nach Semper (238) und bei *Cuc. cucumis* und *planci* nach Hamann (91 u. 93).

von Schlund und Magen zwar eine Unterbrechung, nicht aber eine Umlagerung der Ringmuskellage stattfindet.

Beide Lagen der Muskelschicht sind meistens nur mässig stark entwickelt; nur im Magen der Synaptiden und Dendrochiroten sind sie (insbesondere die Ringmuskellage) mächtiger ausgebildet und haben dadurch zu der Bezeichnung Muskelmagen Veranlassung gegeben. Die Fasern der Längsmuskellage sind mitunter, z. B. am Magen der *Synapta digitata*, durch Zwischenräume von einander getrennt oder sie gruppiren sich zu einer Anzahl gesonderter Längsmuskelzüge, wie deren vier am Darme von *Synapta inhaerens* schon von Quatrefages (210) angegeben worden sind. Mundwärts endigt die Längsmuskellage oft schon im Verlauf des Schlundes, so z. B. bei *Cucumaria cucumis* nach Hamann (93) und bei *Cuc. japonica* nach Semper. Falls sie die Mundscheibe erreicht, endigt sie dort ohne mit den Längsmuskeln der Körperwand in Verbindung zu treten. Auch am hinteren Körperende scheint keinerlei Zusammenhang zwischen der Längsmuskulatur des Darmes und derjenigen der Körperwand stattzufinden. Etwas anders verhält sich am vorderen und am hinteren Körperende die Ringmuskulatur des Verdauungsrohres. Vorn bildet sie im Umkreise der Mundöffnung den schon früher (S. 139) erwähnten Schliessmuskel (Sphincter), welcher sich weiter nach aussen, im Bereiche der Mundscheibe, in die concentrische Muskellage derselben ausbreitet und an ihrem Aussenrande sein Ende erreicht ohne sich mit der Quermuskulatur der Körperwand zu verbinden. Hinten betheiligen sich die Ringfasern der Darmmuskulatur an der Bildung des an der Kloakenöffnung befindlichen Schliessmuskels (s. S. 61 u. S. 141) und stehen durch dessen Vermittelung mit der Quermuskulatur der Körperwand in Zusammenhang.

Ueber die histologische Beschaffenheit der Darmmuskelfasern (vergl. S. 63 u. 64) ist zu bemerken, dass nach Hamann (93) die Ringmuskelfasern des Schlundes sich bei *Synapta digitata* dadurch von allen anderen Muskelfasern desselben Thieres unterscheiden sollen, dass ihr Kern der Faser nicht anliegt, sondern von ihr umschlossen wird.

d. **Die äussere Bindegewebsschicht.** Nach aussen von der Muskelschicht folgt eine Bindegewebsschicht, welche in der Regel sehr schwach ausgebildet ist und deshalb von manchen Forschern, z. B. Quatrefages, Selenka und Jourdan übersehen werden konnte. Semper machte zuerst auf sie aufmerksam; Théel (266) sowie Danielssen und Koren (50) bestätigten ihr Vorkommen bei Elasipoden und Molpadiiden; Hamann (91—93) desgleichen bei den von ihm untersuchten Arten. Nach Semper ist sie verhältnissmässig am besten entwickelt im Schlunde und in der Kloake. Besonders stark ist sie nach Hamann im Schlunde von *Cucumaria cucumis* und *C. planci* *),

*) Ob die von Hamann untersuchte *Cucumaria cucumis* wirklich diese von *C. planci* verschiedene Art war, möchte ich deshalb bezweifeln, weil zu jener Zeit die zoologische Station zu Neapel, von welcher Hamann Untersuchungsmaterial bezog, unter dem Namen *C. Cucumis* die *C. planci* (Br.) verkaufte; die echte *C. cucumis* (Risso) ist bei Neapel sehr viel seltener als die *C. planci* (Br.).

woselbst sie auch Trägerin von Blutgefässen (vergl. Blutgefässsystem) geworden ist und sonach gewissermaassen die dort fehlende (s. S. 151) innere Bindegewebsschicht ersetzt. Kaum angedeutet dagegen erscheint sie am Dünndarm der *Synapta digitata* (IX, 1). In ihrem feineren Baue zeigt sie ähnlich der inneren Bindegewebsschicht ausser Fasern Bindegewebszellen und Wanderzellen.

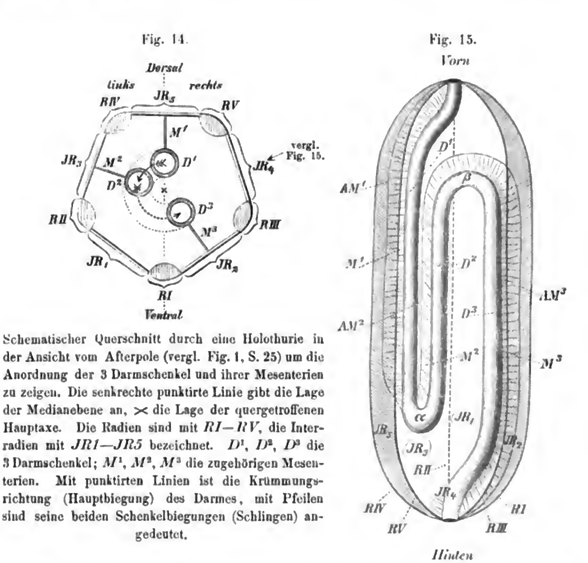
e. **Das äussere Epithel** (Peritoneal- oder Cölomepithel), welches sich über die ganze Aussenfläche des Darmrohres ausbreitet, besteht nach Semper aus kleinen, in der Regel pigmentlosen Wimperzellen, die oft mit Schleimtröpfchen erfüllt sind. Die Wimperung hatte schon Leydig (144) bei *Synapta digitata* beobachtet. Bei derselben Art bezeichnete Hamann (93) dasselbe als ein wimperndes Plattenepithel. Seine genaueste Untersuchung erfuhr es bei *Holothuria tubulosa* durch Jourdan (114), welcher den kurz bewimperten Epithelzellen eine zwar meistens platte, am contrahirten Darm aber mehr cylindrische Gestalt zuschreibt; zwischen diesen Epithelzellen fand er eine sehr wechselnde Zahl grösserer Wanderzellen (= Schleimzellen Semper's, vergl. S. 33 u. 34), ähnlich denjenigen, die er auch im Innenepithel des Magens und Dünndarmes (s. oben) nachgewiesen hat.

5. Der Verlauf des Darmrohres in der Leibeshöhle.

Bereits Bohadsch (30) und Strussenfelt (252) beobachteten den beim Oeffnen einer Seewalze sofort wahrnehmbaren Umstand, dass der Darm nicht in gerader Richtung vom Munde zum After zieht, sondern sich in Schlingen legt. Diese Schlingenbildung ist je nach den Arten stärker oder schwächer, weil das Verhältniss, in welchem die Länge des Darmes zur Länge des Körpers steht, bei den verschiedenen Arten ein verschiedenes ist. Soweit bestimmte Angaben darüber vorliegen, scheint der Darm durchschnittlich etwa dreimal so lang zu sein wie der Körper, z. B. bei *Chiridota laevis* (Fabr.) nach Duncan und Sladen (56), bei *Thyone gemmata* (Pourt.) und *glabra* (Ayr.) nach Ayres (7), bei *Holothuria tubulosa* (Gmel) nach Tiedemann (273), bei *Holothuria marmorata* (Jäg.) und *sordida* Br. nach Mertens (154). Doch sind auch Fälle mit sehr viel längerem oder erheblich kürzerem Darmrohre nicht selten; so z. B. ist der Darm von *Psolus fabricii* (Düb. und Kor.)*) und *Cucumaria miniata* (Br.) nach Mertens (154) sechsmal, bei *Holothuria maculata* (Br.) dagegen nur zweimal und bei *Chiridota discolor* Eschsch. nur anderthalbmal so lang wie der Körper; bei *Myriotrochus rinkii* Steenstr. (= *Oligotrochus vitreus* M. Sars) geben Koren und Danielssen (120) die Darmlänge als zweimal so gross wie die Körperlänge an. Nach Selenka (229) ist

*) Kingsley (117) fand den Darm dieser Art sogar achtmal so lang wie den Körper.

überhaupt der Darm der Aspidochiroten verhältnissmässig länger als derjenige der Dendrochiroten, Molpadiiden und Synaptiden — eine Regel, welche, wie die vorhin angeführten Beispiele zeigen, doch wohl manche Ausnahmen erleidet.



Schematischer Querschnitt durch eine Holothurie in der Ansicht vom Afterpole (vergl. Fig. 1, S. 25) um die Anordnung der 3 Darmschenkel und ihrer Mesenterien zu zeigen. Die senkrechte punktirte Linie gibt die Lage der Medianebene an, ⨯ die Lage der quergetroffenen Hauptaxe. Die Radien sind mit *RI—RV*, die Interradien mit *JR1—JR5* bezeichnet. D^1, D^2, D^3 die 3 Darmschenkel; M^1, M^2, M^3 die zugehörigen Mesenterien. Mit punktirten Linien ist die Krümmungsrichtung (Hauptbiegung) des Darmes, mit Pfeilen sind seine beiden Schenkelbiegungen (Schlingen) angedeutet.

Schema über die Anordnung der 3 Darmschenkel und ihrer Mesenterien, gesehen in der Richtung des Pfeiles in Fig. 14. Die 5 Radien sind mit dicken Linien angedeutet; nur die Linie, welche den am meisten vom Beschauer zurückgelegenen Radius *RII* bezeichnet, ist unterbrochen. Der dem Beschauer zugekehrte Interradius IR_4 ist der rechte dorsale. Die beiden Interradien, welche in der Figur am meisten zurückliegen, sind eingeklammert (JR_3) (JR_1). Schlundkopf und Kloake sind der Einfachheit halber nicht gezeichnet. Buchstaben wie in Fig. 14; ferner AM^1 Ansatzlinie des Mesenteriums des ersten Darmschenkels im mittleren dorsalen Interradius JR_5; AM^2 Ansatzlinie des Mesenteriums des zweiten Darmschenkels im linken dorsalen Interradius (JR_3); AM^3 Ansatzlinie des Mesenteriums des dritten Darmschenkels im rechten ventralen Interradius JR^2. α hintere, β vordere Schenkelbiegung des Darmes.

Was nun aber die Schlingen des Darmes des Näheren anbetrifft, so war Fabricius (61) der Erste, welcher die von Bohadsch, Strussenfelt und O. F. Müller noch nicht erkannte Gesetzmässigkeit derselben bemerkte, die dann durch Cuvier (46), Tiedemann (273) und insbe-

sondere durch Jäger (110) und Grube (83) genauer*) festgestellt wurde. Dieselbe beruht darauf, dass der Darm (vergl. Fig. 14 und 15) vom Munde herkommend zunächst nach dem After hinzieht, dann aber, bevor er denselben erreicht, nach vorn umbiegt und in der Richtung zum Munde zurückläuft um dann nochmals und zwar nunmehr nach hinten umzubiegen und so endlich zum After zu gelangen. Der Darm macht demnach zwei Biegungen oder Schlingen: eine erste, hintere, nach vorn gerichtete und eine zweite, vordere, nach hinten gerichtete. Durch diese zwei Biegungen wird er in drei Abschnitte, sogen. Darmschenkel, getheilt, von denen der erste von vorn nach hinten, der zweite von hinten nach vorn, der dritte wieder von vorn nach hinten zieht; der erste Darmschenkel wird auch als der erste absteigende, der zweite als der aufsteigende, der dritte als der zweite absteigende bezeichnet. Speiseröhre und Magen gehören stets dem Anfange des ersten Darmschenkels an, der Enddarm dem Ende des dritten Darmschenkels; die beiden Biegungen des Darmes fallen also stets in den Bereich des Dünndarmes.

Je kürzer die Gesammtlänge des Darmes im Vergleich zur Körperlänge ist, um so kürzer ist der aufsteigende Darmschenkel, bis er schliesslich bei einigen Synaptiden vollständig oder fast vollständig verstreicht, sodass der Darm alsdann gerade oder fast gerade durch den Körper zu ziehen scheint. Der erste derartige Fall ist durch Quatrefages (210) bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) bekannt geworden; daran reihen sich *Chiridota violacea* Peters nach J. Müller (184), *Synapta digitata* (Mont.) nach Baur (10) und Hamann (93), *S. albicans* Sel. nach Selenka (229), *S. recta* Semp. nach Semper (238), *Chiridota venusta* Sem. nach Semon (235), *Synapta dubia* Semp., *striata* Sluit. und *lactea* Sluit. nach Sluiter (242). Es könnte scheinen, als wenn dieser „gerade" Darmverlauf, der fast**) nur in der Familie der Synaptiden vorkommt, eine ursprüngliche Einrichtung darstelle, von welcher der deutlich zweimal gebogene Darm der übrigen Seewalzen sich allmählich abgeleitet habe. Dem widerspricht aber schon die Thatsache, dass die Larven und jungen Exemplare der *Synapta digitata* noch keinen geraden, sondern einen gekrümmten Darm besitzen. Dazu kommt, dass aus einer genaueren Betrachtung des Darmverlaufes hervorgeht, dass auch die vorhin angeführten Synaptiden eigentlich einen im selben Sinne gekrümmten Darm besitzen wie alle anderen Holothurien und von einem in Wirklichkeit ganz geraden Darm wohl bei keiner Art die Rede sein kann.

Um diesen Nachweis zu erbringen, muss zunächst betont werden, dass die erwähnten drei Schenkel eines deutlich gekrümmten Holothurien-

*) Da das Tiedemann'sche Werk auch heute noch vielfach benutzt wird, so sei bemerkt, dass seine Angaben über den Verlauf des Darmes in Bezug auf das Rechts und Links des Thieres nicht zutreffen und erst von Jäger durch eine dem wirklichen Sachverhalte ganz entsprechende Schilderung berichtigt worden sind.

**) Ausserhalb der Synaptiden scheint etwas Aehnliches nur bei einer Elpidiide, *Peniagone vitrea* Théel, vorzukommen, vergl. Théel (266).

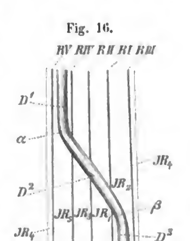
darmes niemals in derselben frontalen oder sagittalen Längsebene liegen und zwar deshalb nicht, weil der Darm, während er jene drei Schenkel bildet, zugleich noch eine andere Biegung macht, welche sich um die Hauptaxe des Körpers herumbewegt. Diese Biegung ist viel constanter und von morphologisch grösserer Bedeutung (vergl. meine Abhandlung Nr. 150) als jene in den meisten Fällen viel auffälligeren Biegungen, durch welche die drei Darmschenkel zu Stande kommen. Wir wollen die bedeutungsvollere Biegung als die Hauptbiegung oder Hauptkrümmung bezeichnen, die beiden anderen aber als hintere oder erste und vordere oder zweite Schenkelbiegung oder Schlinge. Die Hauptbiegung ist so gerichtet, dass der Darm, wenn man von vorne auf den Mundpol der Holothurie blickt, von links nach rechts (also wie der Uhrzeiger) um die Hauptaxe des Körpers herumgeht und gleichzeitig zum After herabsteigt; der Darm beschreibt mit anderen Worten auf seinem Wege vom Munde zum After einen nicht ganz vollständigen Umgang einer linksgewundenen Spirale. Blickt man von hinten auf den Afterpol der Holothurie, so geht in dieser Ansicht (Fig. 14) die Hauptbiegung selbstverständlich von rechts nach links. Würde der Darm allseitig frei die Leibeshöhle durchziehen, so würde sich die spiralige Hauptbiegung kaum haben feststellen lassen. Das war nur ermöglicht durch den Umstand, dass der Darm durch ein Gekröse festgehalten wird, dessen Ansatzlinie an der Innenseite der Körperwand den Weg der Darmbiegungen aufs deutlichste erkennen lässt. Verfolgt man den Verlauf dieses Mesenteriums, das in seinen Einzelheiten an einer späteren Stelle (S. 162) betrachtet werden soll, so zeigt sich, dass dasselbe (Fig. 14 u. 15) anfänglich im mittleren dorsalen Interradius befestigt ist, sich dann unter Ueberschreitung des linken dorsalen Radius in den linken dorsalen Interradius begibt um schliesslich von hier aus unter Ueberschreitung des linken und des mittleren ventralen Radius und des dazwischen gelegenen linken ventralen Interradius in den rechten ventralen Interradius zu gelangen. Die Stelle, an welcher das Gekröse den linken dorsalen Radius überschreitet, entspricht der Lage der hinteren (= ersten) Schenkelbiegung des Darmes und da, wo das Gekröse über den linken und mittleren ventralen Radius hinübergeht, befindet sich die vordere (= zweite) Schenkelbiegung. Das Gekröse des ersten Darmschenkels befestigt sich also im mittleren dorsalen, dasjenige des zweiten Darmschenkels im linken dorsalen und das des dritten Darmschenkels im rechten ventralen Interradius*). Wird der zweite Darmschenkel kürzer und kürzer, so nähern sich die beiden bisher spitzwinkeligen Schenkelbiegungen des Darmes einander immer mehr, bis sie schliesslich in dieselbe Querschnittsebene des Thieres fallen und zugleich rechtwinkelig ge-

*) Aus der oben geschilderten Anordnung des Darmes und seines Gekröses ergibt sich für die praktische Anatomie der Seewalzen die Regel, dass der Längsschnitt, durch welchen man das Thier öffnet, zur Schonung von Darm und Gekröse im rechten dorsalen Interradius zu führen ist.

worden sind. Schreitet die Verkürzung des Darmes noch weiter fort, so werden die Schenkelbiegungen stumpfwinkelig und die bisher vordere (= zweite) derselben kommt hinter die bisher hintere (= erste) zu liegen. Damit ist dann der Zustand erreicht, den thatsächlich diejenigen Synaptiden darbieten, denen man einen „geraden“ oder „fast geraden“ Darm zuschreibt.

Für die hier zunächst in Betracht kommende *Synapta inhaerens* hat schon Quatrefages (210, S. 51 u. 53) bemerkt, dass das Gekröse trotz des anscheinend ganz geraden Darmverlaufes aus einem Interradius in den anderen übertritt und so eine Art Spirale beschreibt. Das gleiche gibt J. Müller (184, S. 138) für *Chiridota violacea* an. Ebenso liegt die Sache bei *Synapta digitata*. Eine eigens darauf gerichtete Untersuchung mehrerer Exemplare von *Synapta inhaerens* und *digitata* belehrte mich, dass bei diesen Arten der Verlauf des Darmes und seines Gekröses durchaus der vorhin beschriebenen Regelmässigkeit entspricht (Fig. 16). Das Gekröse verlässt etwa in der Körpermitte den mittleren dorsalen Interradius und wendet sich in schief von vorn nach hinten strebender Richtung über den linken dorsalen Interradius und weiterhin über den linken ventralen um endlich in den rechten ventralen Interradius zu gelangen und dann in diesem weiter zum After zu ziehen; die beiden Schenkelbiegungen sind im Gegensatze zu den Angaben Baur's (10)*) und Hamann's (93) vorhanden wie bei jeder anderen Holothurie, nur sind sie stumpfwinkelig geworden und die erste liegt nicht mehr hinter, sondern vor der zweiten. Dass die Sache sich bei *Synapta striata*, *lactea* und *dubia* wesentlich ebenso verhält, scheint mir keinem Zweifel zu unterliegen, denn Sluiter (242) gibt an, dass der Darm der *S. dubia* und *striata* in der Körpermitte eine kleine Doppelbiegung mache, welche bei *S. lactea* so schwach sei, dass sie in dem ausgestreckten Thiere fast ganz verschwinde. Von dem Darme der *S. albicans* sagt Selenka (229) nur, dass derselbe „wahrscheinlich“ ohne Schlinge verlaufe; man darf also vermuthen, dass auch bei dieser Art kein vollständig gerader Darm vorhanden sei. Auch die *Chiridota venusta* Semon's bedarf mit Rücksicht auf meine oben mitgetheilten Befunde bei *Synapta inhaerens* und *digitata* einer Nachuntersuchung ihres angeblich geraden Darmes, da die Ansatzlinie des Gekröses

Fig. 16.



Schema über die Anordnung des Darmes im Bereich seiner Biegungen bei *Synapta digitata* und *inhaerens*. Die Bezeichnungen sind dieselben wie in den Holzschnitten Fig 14 und 15. Die Körperwand ist der Länge nach im rechten dorsalen Interradius (JR_4) aufgeschnitten und mitsammt dem an sie befestigten Darme so ausgebreitet, dass man auf ihre Innenfläche blickt. Die Lage der Radien ist wiederum durch fünf dicke Linien angedeutet.

*) Baur sagt übrigens auch nur, dass der Darm „fast“ gerade verlaufe.

von Semon (235, S. 278) nicht näher in Betracht gezogen wurde. Eine grössere Schwierigkeit liegt endlich bezüglich der *Synapta recta* vor, da Semper (238, S. 14) die bestimmte Angabe macht, dass ihr Darm nicht nur ganz gerade verlaufe, sondern auch seiner ganzen Länge nach im mittleren dorsalen Interradius befestigt sei; trotzdem besitze aber auch der linke dorsale und der rechte ventrale Interradius das ihm zukommende Mesenterium, welches aber den Darm nicht erreiche, sondern mit freiem Rande endige. *S. recta* würde dadurch in so grossen Gegensaz zu allen anderen Holothurien treten, dass ich einstweilen Bedenken trage, die betreffenden Angaben Semper's in ihrem ganzen Umfange anzunehmen — eine Nachuntersuchung, zu der mir leider das Material fehlt, wird erst genügende Aufklärung zu bringen haben.

Schliesslich kann nicht unerwähnt bleiben, dass auch noch von einigen anderen Holothurien Angaben über den Darmverlauf vorliegen, welche von der sonst durchgreifenden Regel abweichen. Alle diese Angaben rühren von Danielssen und Koren her und beziehen sich auf *Trochostoma thomsonii*, *Myriotrochus rinkii* (= *Oligotrochus vitreus*) und *Kolga hyalina*. Von *Trochostoma* beschreiben die genannten Forscher (50, S. 48) den Darmverlauf so, dass der erste und dritte Darmschenkel normal befestigt sind, der zweite aber statt im linken dorsalen im linken ventralen Interradius seine Stelle einnimmt. Sollte auch eine wiederholte Untersuchung diese Angabe bestätigen, was ich leise zu bezweifeln wage, so würde dadurch doch kein sehr tiefer Gegensatz zu den übrigen Holothurien begründet, denn auch dann bliebe die Richtung der Hauptbiegung des Darmes noch immer dieselbe wie sonst. Auch bei *Myriotrochus* (180) handelt es sich nicht um eine Aenderung in der Richtung der Hauptbiegung. Es weicht aber *Myriotrochus* dadurch in grösserem Maasse als *Trochostoma* von der Regel ab, dass nicht nur der zweite, sondern auch der dritte Darmschenkel sich um einen Interradius von ihrer regelmässigen Stelle entfernen; der zweite Darmschenkel soll nämlich (wie bei *Trochostoma*) im linken ventralen und der dritte Darmschenkel im rechten dorsalen Interradius festgelegt sein. Bei *Kolga* (50, S. 8) soll wieder nur der zweite Darmschenkel wie bei *Trochostoma* in den linken ventralen Interradius gerückt sein. Auch diese Angaben bedürfen einer erneuerten Prüfung.

6. Die Befestigungen des Darmes (Schlundkopf, Gekröse, Aufhängestränge des Enddarmes).

a. Der **Schlundkopf**, den Strussenfelt (252) zuerst als die „Gurgelhülse" beschrieb und dem Vogt und Yung (284) neuerdings die allzu wenig sagende Bezeichnung „Bulbus" gegeben haben, kommt dadurch zu Stande, dass die Speiseröhre sich bei ihrem Durchtritte durch den Kalkring und den dahinter gelegenen Wassergefässring an diese beiden Organe durch Aufhängestränge (Suspensorien) befestigt; da Kalkring und Wasser-

gefässring überdies unter sich und ferner der Kalkring mit der Mundscheibe und Körperwand durch die Radialkanäle und Fühlerkanäle des Wassergefässsystemes in Verbindung stehen, so begegnen wir in der Umgebung der Speiseröhre einem aus all den genannten Theilen zusammengesetzten Organcomplex (Taf. VII, 9, 11; VIII, 1), den man herkömmlicher Weise eben als Schlundkopf bezeichnet*). Dem Raume, welcher von den Aufhängesträngen der Speiseröhre durchsetzt wird und demnach einerseits von der Speiseröhre, anderseits von Kalkring und Wassergefässring begrenzt ist, hat Semper (238) den Namen Schlundsinus beigelegt; da er nur einen Theil der Leibeshöhle darstellt, werden wir bei dieser auf ihn zurückzukommen haben.

Die Aufhängestränge selbst treten von der äusseren Oberfläche der Speiseröhre in radiär zur Körperaxe gestellter Richtung frei durch den Schlundsinus an die Innenseite des Kalkringes, des Wassergefässringes sowie auch der Radial- und Fühlerkanäle, soweit diese im Bereiche des Schlundkopfes verlaufen. In vielen Fällen scheinen die Stränge ganz unregelmässig angeordnet zu sein. Bei *Synapta digitata* (Mont.) beschrieb aber schon Baur (10) eine unregelmässige Anordnung; hier stellen sie zweimal zwölf fächerförmige, dreieckige Platten dar, von denen eine jede mit ihrer Spitze an den Kalkring, mit ihrer Basis aber der Länge nach an die Speiseröhre befestigt ist; je zwei dieser platten Aufhängestränge nehmen einen Fühlerkanal zwischen sich, an dessen Wand sie auch einen Theil ihrer Fasern abgeben. Ein zweiter Fall regelmässiger Anordnung ist durch Danielssen und Koren (50) bei ihrem *Trochostoma thomsonii* zur Kenntniss gekommen. Bei dieser Art stehen die Aufhängestränge der Speiseröhre in fünf doppelten Längsreihen, welche sich an die Radialstücke des Kalkringes ansetzen.

Ihrem feineren Baue nach sind die Aufhängestränge von faserig-bindegewebiger Grundlage, welcher in den meisten Fällen Muskelfasern beigefügt sind; oberflächlich sind sie von dem Epithel der Leibeshöhle überkleidet. Die Muskel- und Bindegewebsfasern verlaufen in der Längsrichtung der Stränge. Das Bindegewebe der Stränge ist eine unmittelbare Fortsetzung der äusseren Bindegewebsschicht des Darmrohres und beherbergt nicht selten, z. B. bei *Synapta digitata*, zahlreiche Kalkkörperchen sowie auch Anhäufungen von Pigment**). Die muskulöse Beschaffenheit der Suspensorien wurde zuerst von Quatrefages (210) bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) festgestellt und später von Baur (10) und Hamann (93) bei *Synapta digitata* (Mont.) bestätigt. Nach Selenka (229) und Semper (238) sind sie bei anderen Holothurien nur theilweise muskulös, was nach Danielssen und Koren (50) auch für *Irpa abyssicola* zutrifft,

*) Als Curiosum sei erwähnt, dass der isolirte Schlundkopf von *Thyone fusus* (O. F. Müll.) eine Zeit lang unter besonderem Gattungs- und Speciesnamen ein literarisches Dasein führte als *Holothuria penicillus* O. F. Müll. (187, 189) = *Subuculus penicillus* Oken (193).

**) Ueber eigenthümliche Zellengruppen, welche Teuscher (261) in dem Bindegewebe der Suspensorien erwähnt, vergl. S. 172.

während dieselben Forscher (50) sie bei *Kolga hyalina* und *Trochostoma thomsonii* einfach als Muskelfäden und -bänder bezeichner. Die Muskelfasern bilden in den Schlundsuspensorien der *Synapta digitata* nach Hamann eine der bindegewebigen Achse aufgelagerte Schicht; bei *Trochostoma thomsonii* vereinigen sie sich nach Danielssen und Koren zu Muskelbündeln, welche durch das Bindegewebe zusammengehalten werden. Durch ihre Contraction können sie die Speiseröhre erweitern und so als Antagonisten des Mundsphinkters wirken.

b. **Das Gekröse** (Mesenterium) ist uns in seiner Anordnung schon weiter oben (S. 158 u. Fig. 14 u. 15 auf S. 156) bei Betrachtung des Darmverlaufes*) bekannt geworden. In seiner Gesammtheit stellt es eine dünne, ziemlich breite Membran dar, deren Ansatzlinie an die Körperwand sich in einer den Darmbiegungen entsprechenden Weise krümmt, sodass man ebenso wie von drei Darmschenkeln auch von drei Mesenterien sprechen kann, obschon sie nur die aufeinanderfolgenden Abschnitte eines und desselben einheitlichen Organes sind. Das Mesenterium des ersten Darmschenkels heisst das dorsale, das des zweiten das linke, das des dritten das rechte. In historischer Beziehung ist zu bemerken, dass die erste Beschreibung des Gekröses von Strussenfelt (252) herrührt. O. F. Müller nannte dasselbe „Zwerchfell“ und auch Pallas (195) und Cuvier (46) kannten wenigstens seinen dorsalen Abschnitt. Eine genauere Schilderung gaben Tiedemann (273) und vorzüglich Jäger (110) und Grube (83).

Von der Körperwand entspringt das Gekröse häufig in Zacken, welche durch Lücken voneinander getrennt sind und auch in seinem übrigen Bereiche erscheint es oft vielfach durchlöchert und dadurch mehr oder weniger netzförmig, z. B. bei *Haplodactyla australis* Semp., *Trochostoma thomsonii* Dan. u. Kor., *Cucumaria crocea* (Less.) u. a., oder selbst auf einzelne Stränge und Bänder reducirt, z. B. bei *Scotoplanes globosa* Théel. Im Allgemeinen scheinen derartige Reductionen öfter im Bereiche des linken und des rechten Mesenteriums vorzukommen als im dorsalen, welches überhaupt durchgängig kräftiger ist als jene. Auf unvollständige Ausbildung der Mesenterien sind wohl auch die vereinzelten muskulösen Stränge zurückzuführen, welche Danielssen und Koren (50) von der Körperwand an den Darm ihrer *Kolga hyalina*, *Irpa abyssicola* und *Trochostoma thomsonii* herantreten sahen.

Die Ansatzlinien der drei Mesenterien an die Körperwand liegen keineswegs immer genau in der Mittellinie der betreffenden Interradien. So gibt schon Jäger (110) an, dass bei den von ihm untersuchten Aspidochiroten (*Holothuria atra*, *scabra*, *fusco-cinerea*, verschiedenen *Mülleria*- und *Bohadschia*-Arten) das dorsale Mesenterium etwas nach rechts an die mediane Seite des rechten dorsalen Längsmuskels rückt. Eine ähnliche Annäherung an einen benachbarten Längsmuskel beobachtete

*) Nachträglich zu S. 158 u. 160 sei bemerkt, dass Lampert (134, S. 204) in seiner Charakteristik der *Apoda* den Fehler begeht, das Mesenterium des dritten Darmschenkels in den rechten dorsalen statt in den rechten ventralen Interradius zu verlegen.

Semper (238) hinsichtlich des linken Mesenteriums bei mehreren *Chiridota*-Arten und in Betreff des rechten Mesenteriums bei seiner *Chiridota rigida*. Bei seiner *Chiridota incongrua* fand derselbe Forscher sogar alle drei Mesenterien nahe an die Längsmuskeln herangerückt. Das dorsale Mesenterium erhält dadurch eine besondere Wichtigkeit, dass es stets der Träger des Genitalganges ist und häufig auch zur Befestigung des Steinkanales dient (vergl. S. 133); vorne beginnt das dorsale Mesenterium, wie Semper (238) zuerst hervorhob, stets mit einem freien Rande, welcher vom vordersten Ende der Leibeshöhle durch einen bald kürzeren, bald längeren Zwischenraum getrennt ist.

An der Uebergangsstelle des ersten Mesenteriums in das zweite reicht deren Ansatzlinie bei manchen Synaptiden, z. B. *Synapta beselii* Jäg., *glabra* Semp., *Chiridota rotifera* (Pourt.), viel weiter nach hinten als die entsprechende erste Schenkelbiegung des Darmes; so entsteht eine trichterförmige, von Körperwand und Gekröse gebildete, nach vorn offene, nach hinten geschlossene Tasche, welcher Semper den Namen Mesenterialkanal gab.

Histologisch besteht das Mesenterium ähnlich den Schlundsuspensorien aus einer bindegewebigen Grundlage, wozu Muskelfasern hinzukommen, und einem epithelialen Ueberzuge. Nachdem bereits Quatrefages (210) die Contractilität des Mesenteriums bei *Synapta inhaerens* beobachtet hatte, gelang es Joh. Müller (182) und Leydig (142) als Ursache derselben die von Quatrefages vergeblich gesuchten Muskelfasern, zwar nicht bei derselben Art, so doch bei *Synapta digitata* nachzuweisen. Sie verlaufen nach Joh. Müller (183) parallel, kommen aber nicht in allen Theilen des Mesenteriums vor. Leydig fand sie bald dichtnebeneinander gelagert, bald mehr auseinander gerückt oder auch (144) netzförmig angeordnet. Semper (238) fügte hinzu, dass diese Muskelfasern unmittelbar aus der Muskulatur der Körperwand entspringen und meistens dicht unter dem peritonealen Epithelüberzug des Mesenteriums verlaufen, dass dagegen die mittlere Schicht des Mesenteriums aus Bindegewebe bestehe, welches mit der äusseren Bindegewebsschicht des Darmrohres zusammenhänge. Damit stimmt im Wesentlichen die spätere Schilderung Hamann's (91 u. 93). Auch er fand die Muskelfasern in oberflächlicher Lagerung dicht unter dem Epithel; bei *Cucumaria* und *Holothuria* verlaufen sie (im dorsalen Mesenterium) alle parallel miteinander und zugleich parallel mit dem Darm und dem Genitalgang; bei *Synapta* dagegen kommen an vielen Stellen des Mesenteriums ausser den auch hier stets vorhandenen parallelen Muskelfasern auch noch sich kreuzende, schief zu jenen verlaufende Muskelfasern vor, welche noch oberflächlicher liegen als jene. Während aber nach Hamann bei *Synapta digitata* beide Flächen der Mesenterialmembran die eben besprochenen Muskelfasern besitzen, konnte ich selbst sie bei *Chiridota rufescens* Br. immer nur an einer Fläche auffinden. Die Bindegewebsschicht des Mesenteriums steht nach Hamann einerseits mit

dem Bindegewebe der Körperwand, anderseits aber im vorderen Theile des Darmrohres mit der äusseren, dagegen im hinteren Theile desselben mit dessen innerer Bindegewebsschicht in Zusammenhang. Recht häufig treten in der Bindegewebsschicht Kalkkörperchen auf; Théel (266) erwähnt derselben z. B. bei Elasipoden, Danielssen und Koren (50) bei *Trochostoma thomsonii.* Der peritoneale Epithelüberzug der Mesenterien scheint bei den meisten Holothurien ebenso zu wimpern wie auf dem übrigen Peritoneum. Nur bei den Synaptiden wurde diese Wimperung schon von Joh. Müller (182, 183) vermisst*), was Semper für die von ihm untersuchten Formen bestätigte, während Hamann (93) bei derselben Art, welche Joh. Müller untersucht hat, das Gegentheil behauptete.

c. **Die Aufhängestränge des Enddarmes.** Der Enddarm (d. h. die Kloake oder der ihr bei den Synaptiden und Elasipoden entsprechende Endabschnitt des Darmes) ist an die Innenseite der Körperwand durch Stränge befestigt, welche ringsum von der äusseren Darmoberfläche in quer oder schief zur Körperaxe gestellter Richtung abgehen und sich frei durch die Leibeshöhle nach der Körperwand hinüberspannen. Sie werden als die radiären Aufhängestränge oder Suspensorien des Enddarmes bezeichnet. Ihre Zahl und Stärke unterliegt den grössten Verschiedenheiten, steht aber doch einigermaassen im Verhältniss zur Mächtigkeit des Enddarmes; am schwächsten ausgebildet sind sie bei den Synaptiden und Elasipoden, ohne indessen jemals ganz zu fehlen. Bereits Strussenfelt (252) beschrieb sie von *Psolus phantapus* (Struss.) und ebenso Pallas (196) von *Colochirus doliolum* (Pall.). Tiedemann (273) erklärte sie für Muskelstränge, welche sich mit der Quermuskulatur des Körpers verbinden. Diese Auffassung wurde erst durch Semper (238) dahin verbessert, dass die Stränge nur zum Theil aus Muskelfasern, zum grösseren Theil aber aus Bindegewebe bestehen. Nach ihm gehen sie von der äusseren Bindegewebsschicht der Darmwand ab, sind wie diese von dem Peritonealepithel überkleidet, enthalten aber auch Muskelfasern, welche von der Ringmuskellage des Darmes herkommen und die Suspensorien der Länge nach durchziehen. Danielssen und Koren (50) bezeichneten zwar bei *Kolga*, *Irpa* und *Trochostoma* die Suspensorien wieder einfach als Muskelfäden; doch zeigte Hamann (91), dass die Semper'sche Schilderung ihres Baues auch für die mittelmeerischen Arten im Allgemeinen zutreffend ist. Nur in Betreff der Lagerung und Herkunft ihres Bindegewebes kam Hamann zu dem neuen Ergebniss, dass das Bindegewebe die Längsachse der Suspensorien einnimmt, dagegen die von der Ringmuskelschicht des Darmes kommenden Muskelfasern die Peripherie; demnach steht das Bindegewebe der Suspensorien nicht mit der äusseren, sondern mit der inneren Bindegewebsschicht des Enddarmes in Verbindung.

*) Hamann (91. S. 155) schiebt Joh. Müller mit Unrecht die entgegengesetzte Angabe zu.

IX. Kiemenbäume.

Als Athmungsorgane der Seewalzen werden fast allgemein zwei hohle, dünnwandige, verästelte Organe betrachtet, welche in das vordere Ende des Enddarmes einmünden, der dadurch die Bedeutung einer Kloake bekommt. Wegen ihrer später (in Kapitel Physiologie) noch näher zu besprechenden Funktion und mit Rücksicht auf ihre Gestalt hat man ihnen die Namen Wasserlungen, Lungenbäume, Lungen, Wasserröhren, Athmungsbäume, Kiemenbäume, baumförmige Organe gegeben. Trotzdem die Bezeichnung Lunge im Vergleich zur sonstigen Anwendung dieses Namens recht ungeschickt gewählt ist, hat sie sich dennoch so eingebürgert, dass sie wohl kaum noch durch die richtigere, übrigens auch schon von Oken (194) angewandte Benennung Kieme wird verdrängt werden können. Immerhin wollen wir den Versuch dazu machen und sie im Folgenden als Kiemen oder Kiemenbäume bezeichnen.

Ihre Entdeckung verdankt man, nachdem sie sich der Kenntnis eines Bohadsch und Strussenfelt noch vollständig entzogen hatten, den Untersuchungen von Pallas und O. F. Müller. Indessen gaben diese Forscher ihnen eine von unseren jetzigen Anschauungen sehr abweichende Deutung. Pallas (195), der sie bei *Colochirus doliolum* (Pall.) beobachtete, sah in ihnen die Eierstöcke und war der ebenso irrthümlichen Ansicht, dass sie am Schlunde ihren Anfang nähmen. Einen Fortschritt stellen bereits die auf *Holothuria tremula* Gunn. bezüglichen Angaben von O. Fr. Müller (189) dar, der sie „Fettgefässe" nannte und als eine aufgeblasene, weisse Wolke schildert, welche dem Darme aufliegt und aus zwei biegsamen Aesten besteht; die Aeste geben viele kleine Zweige ab und diese wieder sind aus vielen kleinen, aneinander gehäuften „Fett-Bläslein" gebildet. Als Athmungsorgane deutete sie zuerst Cuvier (46) und beschrieb sie bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) in ganz zutreffender Weise als zwei häutige, hohle, baumförmig verästelte Organe, deren gemeinschaftlicher Stamm sich in die Kloake öffnet und deren Inneres mit Wasser gefüllt ist; das eine Organ werde durch eine Art Mesenterium festgehalten, das andere werde von den Darmgefässen umflochten und nehme seine Stelle zwischen den Darmschenkeln ein. Tiedemann (273) schloss sich dieser Schilderung und Deutung Cuvier's an und führte sie weiter aus durch den Nachweis der Muskelschicht in der Wandung der Organe.

Dass es aber auch Seewalzen gibt, denen diese Organe gänzlich fehlen, stellte Jäger (110) bei tropischen Synaptiden fest. Jäger war auch schon geneigt, den *Chiridota*-Arten gleichfalls den Besitz der Kiemenbäume abzusprechen, während Brandt (33) die gegentheilige Meinung vertrat, dass die Gattung *Chiridota* und ebenso *Liosoma* sich gerade durch den Besitz der Kiemenbäume von *Synapta* unterscheide.

Dieser Irrthum, den auch **Burmeister** (35) noch eine Zeit lang festhielt, erklärt sich aus dem Umstande, dass, wie ich an einem anderen Orte (154) des Näheren dargelegt habe, **Brandt** die Wimperbecher der Chiridoten für den Kiemen gleichwerthige Organe hält. Jetzt wissen wir, dass **Jäger** ganz im Recht war und nicht allein die *Synapta*- und *Chiridota*-Arten, sondern alle zur Familie der Synaptiden vereinigten Seewalzen der Kiemenbäume entbehren. Und sie nicht allein; denn die Forschungen **Théel's** (263, 266, 267) haben gezeigt, dass sich die drei Familien der Elasipoden ebenso verhalten. Demnach begegnen wir den in Rede stehenden Organen nur in den drei Familien der Molpadiiden, Aspidochiroten und Dendrochiroten, die man ebendeshalb auch als **Lungenholothurien** (besser **Kiemenholothurien**) zusammenfasst. Unter diesen gibt es nur wenige Arten, bei denen die Kiemenbäume so schwach entwickelt sind, dass sie den Eindruck **rudimentärer** Organe hervorrufen. Von den vier Arten, um die es sich dabei handelt, gehören drei in die Familie der Dendrochiroten, eine zu den Molpadiiden. Bei *Orcula cucumiformis* Semp. reichen die Kiemen, ebenso wie bei *Echinocucnmis typica* M. Sars, immer noch bis annähernd in die Körpermitte. Bei letztgenannter Art haben sie die Form zweier einfachen Schläuche, an deren Längsmitte nur je ein winziger bläschenförmiger Nebenast ansitzt. Bei *Eupyrgus scaber* Lütk. scheint ihre Rückbildung noch nicht einmal soweit vorgeschritten zu sein, da **Semper** (238) sie hier noch mit einer ganzen Anzahl von Bläschen besetzt fand. Am schwächsten aber scheinen sie bei *Ocnus javanicus* zu sein, dessen Autor **Sluiter** (241) sie als zwei ganz kleine Blindsäckchen am Enddarme beschreibt. Wenn man absieht von diesen eben besprochenen vier Fällen, kann man den Besitz gut ausgebildeter Kiemen als ein allen sog. Lungenholothurien eigenthümliches Merkmal bezeichnen. Von den übrigen Familien der Seewalzen heisst es, dass sie in ebenso durchgreifender Weise durch den Mangel jener Organe gekennzeichnet seien. Indessen trifft das strenggenommen nur für die Synaptiden und Deimatiden zu; denn bei den beiden anderen Familien, nämlich den Elpidiiden und Psychropotiden, kommt wenigstens bei einzelnen Arten eine Einrichtung vor, welche meines Erachtens keine andere ungezwungene Deutung als die einer rudimentären Kieme zulässt. Die thatsächlichen Verhältnisse, um die es sich dabei handelt, sind die folgenden. Bei den Elpidiiden geht nach den Befunden von **Théel** (263 und 266) und von **Danielssen** und **Koren** (50) bei *Elpidia glacialis*, *Achlyonice paradoxa*, *Scotoplanes globosa*, *Sc. albida*, *Kolga nana* Théel und *K. hyalina* Dan. u. Kor. von dem Enddarme ein links gelegener, nach vorn gerichteter, geräumiger Blindsack ab, der sich mitunter bis zur Körpermitte erstreckt. Unter den Psychropotiden kommt etwas Aehnliches nur bei *Benthodytes sanguinolenta* vor, indem hier der dritte Darmschenkel ungefähr in der Körpermitte einen 1,5 cm langen, nach vorn gerichteten Blindsack (IX, 5) trägt, welcher sich durch seitliche Einschnürungen der Form einer Kieme noch mehr annähert. Die genannten Forscher haben zwar

selbst eine morphologische Deutung dieser Blindsäcke nicht versucht. Es scheint mir aber kein Grund*) vorhanden zu sein, welcher gegen eine Homologie derselben mit der Kieme der sog. Lungenholothurien spräche. Nimmt man diese Auffassung an, so verringert sich dadurch auch die Kluft, welche die Elasipoden von den Lungenholothurien scheidet.

Bei normaler Ausbildung besteht die ganze Kieme aus zwei Hauptstämmen, die sich nach ihrer Lage im Körper als linker und rechter Kiemenbaum unterscheiden lassen. Beide reichen sehr oft bis in das vorderste Körperende und dringen mit ihren Verästelungen in die Zwischenräume der übrigen in der Leibeshöhle befindlichen Organe. Sie sind in der Regel von annähernd gleicher Grösse; doch kommt es auch häufig vor, dass die eine die andere an Länge oder an Reichthum der Verästelung übertrifft. So z. B. ist der linke Kiemenbaum mächtiger als der rechte entwickelt bei mehreren Molpadiiden: *Ankyroderma danielsseni* Théel, *Trochostoma boreale* (M. Sars), *Haplodactyla australis* Semp. und *H. hyaloeides* Sluit.; dagegen überwiegt der rechte Kiemenbaum bei anderen Molpadiiden, mehreren Aspidochiroten und einzelnen Dendrochiroten: *Caudina arenata* (Gould), *Trochostoma violaceum* (Stud.), *Tr. antarcticum* Théel, *Stichopus japonicus* Sel., *St. natans* (M. Sars), *Holothuria helleri* v. Marenz. (namentlich bei jugendlichen Individuen), *Paelopatides confundens* Théel (hier ist der rechte Kiemenbaum zwar der längere, der linke aber reicher verästelt), *Psolus squamatus* (Düb. u. Kor.)**).

Entweder entspringen beide Kiemenbäume getrennt voneinander, aber immerhin benachbart aus dem Vorderrande der Kloake, oder sie gehen von derselben mit einem gemeinschaftlichen Stamme ab, der sich sehr bald in die beiden Kiemenbäume gabelt. Ersteres scheint vorzugsweise bei Dendrochiroten und Molpadiiden, letzteres bei Aspidochiroten, aber auch bei einzelnen Molpadiiden und Dendrochiroten vorzukommen. Beispiele für jenes sind *Psolus fabricii* (Düb. u. Kor.), *Colochirus spinosus* (Quoy u. Gaim.), *Cucumaria planci* (Br.), *Trochostoma arcticum* (v. Marenz.), *Haplodactyla molpadioides* Semp., *Caudina arenata* (Gould); Beispiele für dieses: *Holothuria tubulosa* (Gmel.), *decorata* v. Marenz., *Stichopus japonicus* Sel., *challengeri* und *moseleyi* Théel, *Pseudostichopus mollis* und *villosus* Théel, *Paelopatides confundens* Théel, *Haplodactyla hyaloeides* Sluit., *Thyone fusus* (O. F. Müll.) und *Psolus squamatus* (Düb. u. Kor.). Mit Rücksicht auf den Umstand, dass die gemeinschaftliche Einmündung der beiden Kiemenbäume in die Kloake die häufigere Einrichtung zu sein scheint und in Erwägung, dass das oben besprochene Kiemenrudiment der Elasipoden als eine unpaare Blindsackbildung auftritt, bin ich der Ansicht, dass die getrennte Einmündung beider Kiemenbäume einen jüngeren, ab-

*) Dass das unpaare Auftreten der Blindsäcke nicht gegen diese Homologie spricht, geht aus dem Folgenden hervor.

**) Bei *Stichopus* (?) *torvus* Théel (267) soll sogar der rechte Kiemenbaum allein entwickelt sein.

geleiteten Zustand darstellt, dass dagegen ursprünglich die ganze Kieme von einer einzigen, unpaaren Aussackung des Enddarmes ihre Entstehung nahm.

Die Verästelung beider Kiemenbäume erfolgt meistens in der Weise, dass der Hauptstamm seitliche Aeste abgibt, die selbst wieder durch einmalige oder wiederholte Vergabelungen feinere Endzweige liefern können; dabei wird der Hauptstamm in distaler Richtung allmählich schwächer und löst sich schliesslich ebenfalls in Endverzweigungen auf. Alle letzten Enden des ganzen baumförmigen Systemes erweitern sich an ihren Spitzen ein wenig zur Bildung abgerundeter, länglicher Endbläschen („Ampullen" Jourdan), die aber auch seitlich an den Aesten und Zweigen auftreten können. Bei schwächerer Entwicklung der Kiemen unterbleibt zunächst die Weiterverzweigung der Aeste; in anderen Fällen kommen auch diese kaum mehr zur Ausbildung und es sitzen dann eine Anzahl bläschenförmiger Anschwellungen unmittelbar an dem Hauptstamme selbst. Als Beispiele für eine reiche Verästelung der Kiemenbäume mögen dienen: *Holothuria marmorata* (Jäg.), *scabra* Jäg., *lubrica* und *pulchella* Sel., *Mülleria mauritiana* (Quoy u. Gaim.), *Stichopus japonicus* Sel., *Psolus fabricii* (Düb. u. Kor.), *Thyone chilensis* Semp., *Phyllophorus mollis* (Sel.). Beispiele für schwache Verästelung der Kiemenbäume sind: *Holothuria languens* und *vagabunda* Sel., *martensii* Semp., *Caudina caudata* (Sluit.), *Trochostoma albicans* Théel und *arcticum* (v. Marenz.) und namentlich zahlreiche Dendrochiroten wie: *Cucumaria capensis, mendax, abyssorum, kerguelensis, serrata* Théel, *georgiana* (Lamp.), *cucumis* Risso, *Thyone recurvata* Théel, *Orcula hypsipyrga* v. Marenz., *Ocnus typicus* Théel, *Colochirus peruanus* Semp.

Die beiden Kiemenbäume nehmen mit ihren Stämmen in Bezug auf die Hauptregionen des Körpers eine interradiale Lage ein, in der Regel so, dass der eine dem linken ventralen, der andere dem rechten dorsalen Interradius angehört, also gerade jenen Interradien, welche von den Darmschenkeln und deren Mesenterien freigelassen werden. Da der dritte Darmschenkel durch sein Mesenterium im rechten ventralen Interradius festgelegt ist, so findet die vom Enddarm her sich entwickelnde Kieme in den jenen beiden benachbarten, von den Darmschenkeln nicht besetzten Interradialbezirken den besten Raum zu ihrer Entfaltung. Durch zahlreiche feine, muskulöse oder auch nur bindegewebige Fäden sind die Kiemenbäume bald hier, bald dort befestigt; namentlich gehen derartige Aufhängefäden an die Quermuskulatur der Körperwand, aber auch an die verschiedenen Organe des Körperinneren, z. B. an den Darm, den Schlundkopf und die Mesenterien. Doch sind alle diese Verbindungen sehr schwach und setzen den Expansionen und Contractionen der lebenden Kiemenbäume kein Hinderniss entgegen. Nur im Bereich der Blutgefässe, welche am zweiten Darmschenkel der Aspidochiroten (s. Blutgefässsystem) das reichentwickelte Wundernetz bilden, kommt es gewöhnlich zu einer stärkeren Befestigung des linken Kiemenbaumes, indem derselbe von den Gefässen jenes Wundernetzes aufs innigste umsponnen und umflochten wird. Wegen

des Gegensatzes, in den auf solche Weise die linke Kieme der Aspidochiroten zu der rechten tritt, hat man sie auch als die Darmkieme (Darmlunge) bezeichnet; die rechte wird dann als freie Kieme unterschieden, weil sie derartiger Beziehungen zu den Blutgefässen des Darmes entbehrt*). Inwiefern die Blutgefässe bei der Umspinnung des linken Kiemenbaumes etwa in dessen Wandung eindringen, wird bei dem Blutgefässsystem (s. d.) zu erörtern sein. Es kommt übrigens nicht bei allen Aspidochiroten zu jener engeren Verbindung des Blutgefässnetzes mit dem linken Kiemenbaum; so fehlt z. B. eine solche bei mehreren der von Théel (267) aus der Ausbeute der Challenger-Expedition beschriebenen Arten: *Holothuria lactea, murrayi, Stichopus challengeri* und *moseleyi*, während *Pseudostichopus mollis* Théel dadurch eine vermittelnde Stellung einnimmt, dass die linke Kieme nur von einigen wenigen Blutgefässen umflochten ist. Auf der anderen Seite gibt es nach Semper (238) aber auch Molpadiiden**) und Dendrochiroten, bei denen die linke Kieme in eine ähnliche Beziehung zum Blutgefässsystem tritt wie bei den Aspidochiroten; als solche erwähnen z. B. Selenka (229) und Kingsley (117) die *Caudina arenata* (Gould) und Semper seine *Thyone chilensis*.

Vorhin wurde als Norm angegeben, dass die linke Kieme im ventralen linken, die rechte im dorsalen rechten Interradius ihre Stellung einnimmt. Auch Semper erklärt diese Lagerung für die normale, lässt aber in seinen Artbeschreibungen mehrmals nicht den ventralen, sondern den dorsalen linken Interradius die linke Kieme aufnehmen, so bei *Colochirus cylindricus, Psolus complanatus* und *Haplodactyla molpadioides*, ebenso Selenka (229) bei *Stichopus chloronotos* Br. Dagegen findet sich hinsichtlich der rechten Kiemen nur eine einzige abweichende Angabe; nach Danielssen und Koren (50) soll sie nämlich bei ihrem *Trochostoma thomsonii* im ventralen rechten Interradius liegen, nur ihr distales Ende rücke auch hier in den dorsalen rechten Interradius.

Von einigen Seewalzen wird angegeben, dass sie mehr als zwei Kiemenbäume besitzen. Eine nähere Prüfung dieser Fälle lehrt aber, dass es sich dabei keineswegs um eine eigentliche Vermehrung der Kiemenbäume, sondern in der Regel nur um eine basale Abgliederung eines stärkeren Astes von einem derselben handelt. Bemerkenswerth ist dabei, dass es nur Dendrochiroten und Molpadiiden, aber keine Aspidochiroten sind, auf die sich jene Angaben beziehen — was insofern von Interesse ist, als es gerade die Familien der Dendrochiroten und Molpadiiden sind, bei denen, wie wir früher (S. 167) sahen, die beiden Kiemenbäume schon dadurch eine stärkere Neigung zu basaler Abgliederung zeigen, dass sie oft getrennt aus der Kloake austreten. Was nun zunächst die Dendrochiroten anbetrifft, bei denen (ein oder) zwei überzählige Kiemen vor-

*) Tiedemann (273) nannte die rechte Lunge die linke und die linke die rechte, was schon Jäger (110) richtig gestellt hat.

**) Semper nennt leider die betreffenden Arten nicht.

kommen sollen, so berichtet Semper (238), dass bei seinem *Colochirus cylindricus* aus den beiden wohlentwickelten Kiemenstämmen noch zwei rudimentäre Aeste als dritte und vierte Kieme entspringen; ebenso wird wohl auch die Sache bei *Psolus complanatus* Semp. liegen, von dem er nur angibt, dass ausser den zwei normalen noch zwei kürzere Kiemen vorhanden seien; auch bei seiner *Echinocucumis adversaria*, bei welcher er sich ähnlich ausdrückt, konnte ich mich durch eine Nachuntersuchung nicht davon überzeugen, dass die zwei überzähligen „rudimentären" Kiemen etwas anderes sind als basale Nebenäste der zwei normalen. Ferner schreibt Théel (267) der *Cucumaria crocea* (Less.) eine oder zwei überzählige Kiemen zu. Auch diese Art konnte ich (161a) nachuntersuchen, wobei sich herausstellte, dass auch in diesem Falle die angeblichen überzähligen Kiemen nur basale Abgliederungen der beiden wohlentwickelten Hauptstämme sind. Ebenso fand ich die Sachlage (161a) bei *Ocnus typicus* Théel und zweifle nicht daran, dass damit auch die *Rhopalodina lageniformis* Gray übereinstimmen wird, welcher Semper vier Kiemenbäume zuschreibt. Unter den Molpadiiden werden drei überzählige Kiemen erwähnt bei *Molpadia australis* Semp., *Haplodactyla molpadioides* Semp., *australis* Semp. und *hyaloeides* Sluit., *Trochostoma albicans* Théel und *arcticum* (v. Marenz.) und bei *Caudina ransonnetii* v. Marenz. Die erstgenannte *Molpadia*-Art, von der Semper „3 Lungenbäume" angibt, konnte ich allerdings nicht selbst untersuchen, wohl aber (161a) seine *Haplodactyla australis*, bei der die anscheinend dritte Kieme wieder nur dadurch zu Stande kommt, dass sich die eine (die linke) nahe an ihrer Basis theilt*). Ein Gleiches lässt Semper's (238) betreffende Abbildung von *Haplodactyla molpadioides* und Sluiter's (241) Abbildung von *Haplodactyla hyaloeides* vermuthen**). Bei *Trochostoma arcticum* trägt ebenfalls der eine Kiemenstamm an seiner Basis einen kurzen Anhang, den man nach v. Marenzeller (166) „als rudimentäre dritte Lunge ansehen könnte". Besonders lehrreich aber ist das Verhalten von *Trochostoma albicans*, bei welcher es nach Théel (267) nur als eine individuelle Abweichung vorkommt, dass die linke Kieme sich an ihrer Basis in zwei Theile theilt. Schliesslich ist noch der *Caudina ransonnetii* zu gedenken, von der v. Marenzeller (167) berichtet, dass aus demselben Divertikel der Kloake, aus dem die zwei normalen Kiemen entspringen, noch mehrere kurze Stämmchen austreten; auch diese wird man als basale Abspaltungen der Hauptstämme ansehen dürfen.

Sonach kommen wir zu dem Schlusse, dass wir kein einziges zweifelfreies Beispiel für eine eigentliche Vermehrung der Kiemenbäume auf drei oder vier kennen, dass aber insbesondere der linke Kiemen-

*) Wie übrigens schon Selenka (230) abbildete.

**) und wurde soeben auch von Lampert bei *Trochostoma antarcticum* Théel beobachtet; vergl. Lampert: die während der Expedition S. M. S. Gazelle 1874—1876 von Prof. Dr. Th. Studer gesammelten Holothurien; Zoologische Jahrbücher, herausgegeben von J. W. Spengel, system. Abtheil. Bd. IV, 1889, pag. 806—858, Taf. XXIV.

baum häufig die Neigung zur Abgabe eines (oder mehrerer) basalen Nebenstammes zeigt.

Anders liegt die Sache mit der mehrfach wiederholten Behauptung, dass es auch Holothurien mit fünf Kiemenbäumen gebe. Diese Behauptung ist durch Brandt (33) für seine Gattungen *Liosoma* und *Aspidochir* in die Welt gekommen, durch Grube (81) auf seine Gattung *Haplodactyla* ausgedehnt und durch spätere Autoren, z. B. Selenka (229) und Lampert (134) einfach wiederholt worden. Es beruhen aber jene Brandt'schen Angaben, wie ich (154) zeigte, auf einer missverständlichen Auslegung Mertens'scher Beobachtungen, die sich in Wirklichkeit auf die Wimperbecher der *Chiridota discolor* Eschsch. und einer anderen, nicht mehr genau feststellbaren *Chiridota*- oder *Synapta*-Art beziehen. Wenn Selenka (229) auch die Stimpson'sche Art *Liosoma arenicola* hierher zog, so übersah er, dass Stimpson zwar deren Kiemenbäume beschrieben, aber über ihre Zahl nichts angegeben hat; Théel (267) konnte denn auch bei seiner Nachuntersuchung dieser von ihm zu *Trochostoma* gestellten Art keinerlei Abweichung hinsichtlich ihrer Kiemenbäume bemerken. Das Thier endlich, welchem Grube unter dem Namen *Haplodactyla mediterranea* „5 Athmungsorgane von beinahe lappiger, undeutlich baumartiger Bildung" zuschreibt, gehört zu den ganz zweifelhaften Existenzen im Gebiet der Seewalzen. Demnach ist nicht ein einziger sicherer Fall bekannt, in dem bei einer Holothurie fünf Kiemenbäume zur Ausbildung gelangt sind.

Der feinere Bau der Kiemen ist am genauesten von Semper (238) erforscht worden, dessen Schilderung durch die späteren Untersuchungen von Teuscher (261), Danielssen und Koren (50), Jourdan (114) und Hamann (93) nur in untergeordneten Punkten ergänzt worden ist. Von innen nach aussen folgen in der Zusammensetzung der Kiemenwand dieselben Schichten aufeinander, denen wir in der Wandung des Darmrohres begegnet sind, von dem die Kiemen ja nur eine Ausstülpung darstellen. An das innere Epithel schliesst sich eine innere Bindegewebsschicht an, dann folgt eine aus inneren Längsfasern und äusseren Ringfasern gebildete Muskelschicht, darauf eine äussere Bindegewebsschicht und endlich das äussere Epithel.

1. Das innere Epithel ist nach Semper in der Regel geschichtet, seltener, z. B. bei *Holothuria vagabunda* Sel., ein einfaches Cylinderepithel. Eine Bewimperung desselben stellt Semper auf das Bestimmteste in Abrede, während Leydig (144) und neuerdings für *Holothuria tubulosa* (Gmel.) Hamann (93) und für *Cucumaria planci* (Br.) Vogt und Yung (284) das Gegentheil behaupten. Unregelmässige Vorsprünge des inneren Epithels kommen hauptsächlich durch „gelbe Körnerhaufen" (gelbe Zellen Jourdan) zu Stande, die sich auch im Lumen der Kiemen, sowie in der folgenden Schicht wiederfinden und in ihrer Natur noch nicht genügend aufgeklärt sind.

2. Die innere Bindegewebsschicht ist verhältnissmässig kräftig entwickelt und lässt in ihrer hyalinen Grundmasse ausser mehr oder

weniger zahlreichen Fasern und damit verbundenen Bindegewebszellen die schon vorhin erwähnten „gelben Körnerhaufen", sowie auch Wanderzellen (Schleimzellen Semper), manchmal auch Pigmentablagerungen erkennen. Mitunter treten auch, wie bereits Jäger (110) bei seiner *Mülleria lecanora* beachtete, Kalkkörperchen in dieser Schicht auf. Nach innen erhebt sie sich oft zur Bildung von allerlei Vorsprüngen in Gestalt von Blättern, Wülsten, Leisten, Papillen etc., welche wohl meistens nur durch Contractionszustände*) der umgebenden Muskelschicht hervorgerufen werden.

3. Die schon von Tiedemann (273) wahrgenommene Muskelschicht. Ihre Fasern sollen sich nach Jourdan bei *Cucumaria planci* (Br.) ohne bestimmte Anordnung kreuzen, während Hamann bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) in völliger Uebereinstimmung mit den Angaben Semper's eine innere Längsfaser- und eine äussere Ringfaserlage unterscheiden konnte; die Längsfasern liegen bei *Holothuria tubulosa* bald vereinzelt, bald dichter, dagegen ordnen sich die kräftiger entwickelten Ringfasern zu einer deutlichen einfachen Schicht.

4. Die äussere Bindegewebsschicht, deren Graber (72) und Hamann bei *Holothuria tubulosa* keine Erwähnung thun, ist nach Semper überhaupt bei den Aspidochiroten nur schwach, bei den Dendrochiroten aber kräftig ausgebildet. Teuscher, der sie auch bei *Hol. tubulosa* bemerkte, fand darin eigenthümliche kugelige oder ovale Gruppen von kleinen Zellen, welche eine ebensolche centrale Zelle umlagern**).

5. Das äussere Epithel (Cölomepithel) ist aus einer einfachen Lage von Wimperzellen gebildet, deren Gestalt, je nach dem Contractionszustande der Kiemen, von einer abgeplatteten bis zu einer cylinderförmigen wechselt. Nach Jourdan sind die Zellen dieses äusseren Epithels (bei *Cucumaria planci*) grösser als die inneren, womit die Messungen Hamann's (bei *Holothuria tubulosa*) übereinstimmen. Semper beobachtete in dem äusseren Epithel auch zahlreiche Wanderzellen („Schleimzellen"), deren Vorkommen bei *Cucumaria planci* durch Jourdan bestätigt wurde, sowie Pigmentzellen (diese nicht bei allen Arten)***).

Auf die Bluträume, welche nach Semper zwischen der äusseren Bindegewebsschicht und der Ringmuskellage oder auch zwischen dieser und der Längsmuskellage auftreten, werden wir beim Blutgefässsystem einzugehen haben.

Die vorhin beschriebene Zusammensetzung der Kiemenwand erfährt nach Semper an der Spitze der Endbläschen eine für die Funktion der

*) Diese verschiedenen Contractionszustände erklären alle die angeblichen Unterschiede, welche nach Hamann (93) zwischen dem Bau der Haupt- und Endäste der Kiemen vorhanden sein sollen.

**) Diese Zellengruppen kommen nach Teuscher auch in den meisten anderen Organen der *Holothuria tubulosa* zerstreut vor, namentlich in den Suspensorien des Schlundes (vergl. S. 161).

***) Ob die dunkle, braune Pigmentirung, welche Selenka (229) von den Kiemen der *Holothuria humilis*, *subditiva*, *strigosa*, *lubrica* Sel., *cinerascens* (Br.) und *monacaria* (Less.) angibt, in dem äusseren Epithel oder in der inneren oder äusseren Bindegewebsschicht ihren Sitz hat, bedarf noch der Untersuchung.

Kieme sehr bedeutungsvolle Abänderung. Es hört nämlich in dieser Gegend, genauer am inneren Rande eines bald aus „Schleimzellen“, z. B. bei *Colochirus quadrangularis* (Less.), bald aus Pigmentzellen, z. B. bei *Colochirus tuberculosus* (Quoy und Gaim.) und *Holothuria vagabunda* Sel., gebildeten Ringes die Wimperung des äusseren Epithels auf, während sie an jenem Ringe selbst stärker ist als an allen übrigen Stellen der Kiemenoberfläche. Die so gebildete unbewimperte Spitze des Endbläschens ist von einem der Ringmuskellage zugehörigen Schliessmuskel besetzt, welcher eine feine Oeffnung*) der Kiemenwand zu umkreisen scheint. Durch derartige Oeffnungen soll eine offene Verbindung zwischen dem Innern der Kiemenbäume einerseits und der Leibeshöhle anderseits hergestellt sein. Spätere Forscher, wie Teuscher (261), Danielssen und Koren (50), Kingsley (117), Vogt und Yung (284), bemühten sich, an *Holothuria tubulosa*, *Trochostoma thomsonii*, *Psolus fabricii*, *Cucumaria planci* und anderen Arten vergeblich, jene von Semper geschilderten Oeffnungen zu sehen. Auch ich selbst habe dieselben bei den verschiedensten Arten**), die ich darauf untersuchte, niemals zu Gesicht bekommen. Dagegen will Sluiter (242) sie bei *Ananus holothurioides* „ziemlich deutlich“ und Hamann (93) in direktem Gegensatze zu Teuscher sie auch bei *Holothuria tubulosa* wiedergefunden haben. Da aber Semper selbst gegen seine eigene Darstellung gewichtige Bedenken äussert, welche durch Sluiter und Hamann keineswegs beseitigt sind, so wird man die Frage nach dem wirklichen Vorhandensein jener Oeffnungen kaum noch als eine offene ansehen können; immerhin bleibt eine erneuerte Prüfung der Angelegenheit erwünscht.

X. Cuvier'sche Organe.

In engem anatomischen Zusammenhang mit den Kiemenbäumen treten vorzugsweise in der Familie der Aspidochiroten eigenartige Anhangsorgane von im Allgemeinen schlauchförmiger Gestalt auf, welche ihrem Entdecker zu Ehren von Joh. Müller (184) mit dem Namen der Cuvier'schen Organe belegt wurden. Cuvier (46 u. 45) war zwar der irrthümlichen Ansicht, dass sie die von ihm gesuchten Hoden der Holothurien darstellen, und auch noch der nächste Forscher, der sich mit ihnen beschäftigte, Jäger (110), wirft die Frage auf, ob man nicht etwa accessorische Geschlechtsorgane in ihnen zu sehen habe, wenn er auch schliesslich zu der Meinung kommt, es seien vielleicht nierenähnliche Organe***).

*) Semper bildet diese Oeffnung ab von *Haplodactyla pellucida* Semp., *Holothuria vagabunda* Sel., *H. tenuissima* Semp. und *Colochirus quadrangularis* (Less.).

**) Unter den mittelmeerischen Arten untersuchte ich in dieser Hinsicht insbesondere lebende Exemplare der *Holothuria poli*.

***) Wahrscheinlich sind auch die von Delle Chiaje (98, Vol. III, pag. 68, 70 u. 39, Vol. IV, p. 5) an dem Kiemenbaume einer nicht mehr ganz sicher feststellbaren Art gefundenen und als *Taenia echinorhyncha* bezeichneten angeblichen Schmarotzer nichts anderes als Cuvier'sche Organe; vergl. Joh. Müller (184, S. 141).

Er bezeichnete sie aber, ohne Rücksicht auf ihre ihm zweifelhafte Funktion, in ganz trefflicher Weise als *appendices bronchiales.* Wenn nicht der von Müller gegebene Name allgemeine Aufnahme gefunden hätte, wäre es auch heute noch angebracht, sie ähnlich wie Jäger als *appendices branchiales,* Kiemenanhänge, zu bezeichnen.

Ohne auf ihre noch keineswegs genügend aufgeklärte Funktion hier näher einzugehen (vergl. darüber das Kapitel Physiologie), wenden wir uns zur Betrachtung ihres Vorkommens und ihres Baues. Den Grund dazu hat Joh. Müller (184) gelegt und unter den späteren Forschern sind es vor allem Semper (238) und Jourdan (114), denen wir den heutigen Stand unserer Kenntniss verdanken. Dass diese Kenntniss aber auch jetzt noch eine recht unbefriedigende ist, liegt an den besonderen Schwierigkeiten, welche diese Organe der eingehenden Untersuchung entgegenstellen.

In ihrem Vorkommen sind die Cuvier'schen Organe fast ganz beschränkt auf die Aspidochiroten. Aber auch im Inneren dieser Familie gibt es sehr viele Arten, welche derselben entbehren oder wenigstens zu entbehren scheinen; dahin gehören alle bekannten Arten der Gattungen *Labidodemas, Pseudostichopus* und *Paelopatides,* ferner alle *Stichopus*-Arten mit alleiniger Ausnahme von *St. paradoxus* Lamp., etwa die Hälfte der *Mülleria*-Arten*) und endlich auch noch eine beträchtliche Anzahl von *Holothuria*-Arten**). Es ist also vornehmlich nur die Gattung *Holothuria* und in geringerem Maasse auch *Mülleria,* welche sich durch das Auftreten der Cuvier'schen Organe auszeichnen. Unter den europäischen *Holothuria*-Arten ist es keineswegs, wie Jourdan (114) und Vogt und Yung (284) meinen, nur die *H. impatiens* (Forsk.), welche Cuvier'sche Organe besitzt; es finden sich dieselben auch bei *H. helleri* v. Marenz., *poli, sanctori* und *forskalii****) Delle Chiaje (= *catanensis* Grube) und bei *mammata* Grube. Ausserhalb der Aspidochiroten ist das Vorkommen Cuvier'scher Organe

*) z. B. *M. parvula* Sel., *formosa* Sel., *miliaris* (Quoy u. Gaim.), *echinites* Jäg.

**) z. B. *H. tubulosa* (Gmel.) (in meiner Synopsis der Zoologie, 2. Band. 1886. S. 889 werden dieser Art irrthümlich Cuvier'sche Organe zugeschrieben), *ocellata* Jäg., *squamifera, gracilis, aculeata, flavo-maculata* Semp., *humilis, princeps, pyxis, pardalis* Sel., *pertinax* Ludw., *papillata* Bell, *anapinusa, enalia* Lamp., *fusco-coerulea, africana, spinifera, lactea, thomsoni, murrayi* Théel, *bataviae* Ludw. Zu der zuletzt genannten Art erlaube ich mir zu bemerken, dass ich damit die neuerdings von Sluiter (Nachträgliches über die Echinodermen-Fauna des Java-Meeres, Natuurk. Tijdschr. voor Nederlandsch-Indië, XLIX, Batavia 1889) unter dem Namen *H. lamperti* n. sp. beschriebene Art meine; dieselbe muss einen neuen Namen *(bataviae)* erhalten, da Sluiter übersehen hat, dass ich bereits im Jahre 1886 (160) eine *H. lamperti* von den Philippinen beschrieben habe.

***) Vor Jahren (1880) beobachtete ich bei Neapel mehrmals eine Holothurie, die vollständig mit Delle Chiaje's Beschreibung seiner *H. forskalii* übereinstimmt. Eine Vergleichung derselben mit *H. catanensis* Grube überzeugte mich von der Indentität dieser beiden Arten. Cuvier'sche Organe sind in grosser Zahl vorhanden und werden mit grosser Gewalt ausgestossen. Wie aber Graeffe (73) dazu kommt, Selenka's *H. botellus* (= *impatiens* Forsk.) als Synonym zu *H. catanensis* zu ziehen, ist mir unverständlich.

eine grosse Seltenheit. Aus der Familie der Synaptiden sowie der Gruppe der Elasipoden ist überhaupt kein einziger Fall bekannt, was wohl im Zusammenhang steht mit dem Mangel oder der ganz rudimentären Ausbildung der Kieme. Unter den Molpadiiden ist es bis jetzt einzig und allein die *Molpadia chilensis* J. Müll., welche Cuvier'sche Organe besitzt, und unter den Dendrochiroten werden dieselben nur bei zwei Arten*) erwähnt, nämlich der *Cucumaria frondosa* (Gunn.) und der *C. nigricans* (Br.). Bezüglich der *C. frondosa* stützt sich diese Angabe lediglich auf eine Bemerkung von Joh. Müller (184, 185), deren Richtigkeit jedoch dadurch etwas zweifelhaft wird, dass es noch keinem anderen Forscher geglückt ist, bei dieser oft untersuchten und wohl bekannten Art die Cuvier'schen Organe wieder zu finden. Was aber die *C. nigricans* (Br.) anbelangt, so ist bei ihr das Auftreten der Cuvier'schen Organe bei einzelnen Individuen durch Mertens**) und mich (154) beglaubigt.

Ebenso wie bei der *Cucumaria nigricans* werden die Cuvier'schen Organe auch bei anderen Arten bald angetroffen, bald vermisst. Ob diese Erscheinung in Zusammenhang mit dem Alter oder dem Geschlecht der betreffenden Individuen steht oder ob die Funktion der Organe einen zeitweiligen vollständigen Verlust derselben verursacht, bedarf noch der Aufklärung. Namentlich sind es die folgenden Arten, die hier in Betracht kommen: *Cucumaria nigricans* (Br.), *Mülleria lecanora* Jäg., *Holothuria cinerascens* (Br.), *lubrica* (Sel.), *graeffei* Semp. (= *Stichopus troschelii* J. Müll.).

Verständlicher ist die andere Thatsache, dass sie bei derselben Art oft in grosser Menge und dann wieder in viel geringerer Zahl sich vorfinden. Denn sie werden durch Reizzustände des Thieres, wenn auch nicht bei allen, so doch bei vielen Arten, durch die Afteröffnung ausgestossen (vergl. das Kapitel Physiologie); in Folge dessen gehen die einmal gebildeten Organe dem Thiere bei derartigen Reizungen zum Theil (oder auch sämmtlich?) verloren. Bestimmte Angaben über die Zahlverhältnisse der Cuvier'schen Organe bei ganz unversehrten Thieren lassen sich demnach kaum machen. Immerhin deuten die vorhandenen Beobachtungen darauf hin, dass die einzelnen Arten sich auch in Bezug auf die durchschnittliche Zahl der bei ihnen zur Ausbildung kommenden Cuvier'schen Organe recht verschieden verhalten. Besonders zahlreich scheinen sie z. B. zu sein bei *Holothuria argus* (Jäg.), *scabra* Jäg. (bis

*) Trotz dieser doch sehr auffallenden und bemerkenswerthen Seltenheit der Cuvier'schen Organe bei Dendrochiroten findet sich bei Lampert (134) die Bemerkung, dass sich in Betreff der Cuvier'schen Organe für die Dendrochiroten dem für Aspidochiroten Gültigen nichts hinzufügen lasse. Ebenso hat es auch wenig Sinn, wenn hier und da bei der Beschreibung neuer Dendrochiroten Arten, z. B. von Bell (17) in Betreff seiner *Cucumaria sancti johannis* das Fehlen der Cuvier'schen Organe besonders angegeben wird; das Gegentheil hervorzuheben, wenn es sich einmal findet, wäre wichtiger.

**) In seinem mir vorliegenden Manuskripte, dem eine Zeichnung beiliegt, welche die Cuvier'schen Organe *in situ* in unverkennbarer Weise darstellt.

100 Stück), *difficilis, graeffei* Semp., *nigra* Foot, *vagabunda* Sel. (9—100), *oxurropa* Sluit., *captiva* Ludw., *Mülleria flavo-castanea* Théel, *Stichopus paradoxus* Lamp.; dagegen ist ihre Zahl oft eine ganz geringe beispielsweise bei *Holothuria maculata* (Br.) und *köllikeri* Semp.

In der Mehrzahl der Fälle sitzen sie dicht über der Kloake dem gemeinschaftlichen Kiemenstamme an, z. B. bei *Holothuria mammata* Grube, *impatiens* Forsk., *martensii* Semp., *fusco-cinerea* Jäg., *lubrica* Sel., *paradoxa* Sel. Falls sie sich auf einen der beiden Kiemenstämme beschränken, scheint der rechte bevorzugt zu werden, an dessen Basis sie alsdann ansitzen, z. B. bei *Holothuria rigida* (Sel.), *vagabunda* Sel., *Mülleria lecanora* Jäg., *maculata* (Br.), *agassizii* Sel. Sie können aber auch eine Strecke weit am Stamme der Kiemenbäume hinaufrücken, z. B. bei *Holothuria graeffei* Semp. und *Holothuria decorata* v. Marenz. (am linken Kiemenbaume) oder selbst auf die Nebenäste der Kiemenbäume und schliesslich auch auf die feinsten Endzweige derselben übertreten, z. B. bei *Holothuria köllikeri* Semp., *marmorata* (Jäg.), *argus* (Jäg.), *vitiensis* Semp., *difficilis* Semp., *tenuissima* Semp. (hier nur am linken Kiemenbaume). In einzelnen Fällen, z. B. bei *Molpadia chilensis* J. Müll., scheint die Insertion der Cuvier'schen Organe in entgegengesetzter Richtung bis auf die Kloake verschoben zu sein.

Die Farbe der Cuvier'schen Organe ist in der Regel weiss, z. B. bei *Holothuria marmorata* (Jäg.), *impatiens* (Forsk.), *poli* Delle Chiaje, *discrepans* Semp., *Mülleria agassizii* Sel. u. a. Doch kommt es auch oft vor, dass sie eine gelbe bis braune oder rothbraune oder auch rosenrothe Färbung zeigen. Gelb sind sie z. B. bei *Holothuria inornata* Semp., hellbraun bei *H. monacaria* (Less.), bräunlich bei *Stichopus paradoxus* Lamp., braun bei *Holothuria pervicax* und *lubrica* Sel., rothbraun bei *H. vagabunda* Sel., *aethiops* (Br.), *aphanes* Lamp., *Molpadia chilensis* J. Müll., rosenroth bei *Mülleria lecanora* Jäg.

Nach ihrer Form theilte sie Joh. Müller (184, 185) in drei Gruppen ein: 1) blinddarmförmige, 2) verästelte, 3) traubige. Weitaus am häufigsten sind die blinddarmförmigen, welche die Gestalt kurzer und dann meist ziemlich dicker oder langer und dann gewöhnlich ziemlich schlanker Schläuche haben, deren Oberfläche ein quergerunzeltes Aussehen darbietet; das zur Befestigung an die Kiemen dienende Ende ist in der Regel zu einem ganz kurzen Stiele verdünnt, während sie im übrigen ganz frei in den hinteren Bezirk der Leibeshöhle ragen*). Entweder sitzen sie der Kieme einzeln in unregelmässiger Anordnung an oder sie sind in Reihen gestellt, z. B. in zwei Reihen bei *Holothuria vagabunda* Sel., oder endlich — und das ist besonders häufig — sind sie in Bündel (Büschel) zusammengedrängt. Ein einziges derartiges Bündel bilden sie z. B. bei *Holothuria aphanes* Lamp., *klunzingeri* Lamp., *depressa* Ludw., *maculata* (Br.),

*) Nur bei *Holothuria nigra* Foot sind sie durch umhüllendes Bindegewebe zu einem derben Paket vereinigt, vergl. Bell (15).

Erklärung von Tafel VI.

Holothurioidea; Nervensystem, Kalkring.

Fig.

1. Schnitt durch eine Tastpapille von *Synapta digitata* (Mont.), vergr.; *a* Hautsinnesnerv, *b* seine ganglionäre Anschwellung (= Nervenplatte); *c* Epithel- und Sinneszellen; *d* Drüsenzellen.
2. Längsschnitt durch die Haut des hinteren Körperendes derselben Art, vergr.; *a* Stützzellen, *b* Sinneszelle, *c* subepitheliales Nervengeflecht, *d* Schlauchdrüsenzelle, *e* Cuticula, *f* Cutis.
3. Vier Glieder des Kalkringes von *Synapta glabra* Semp.

In dieser und den folgenden Figuren dieser Tafel sind die Interradialstücke des Kalkringes mit *IR*, die Radialstücke mit *R* bezeichnet.

4. Drei Glieder des Kalkringes von *Cucumaria capensis* Théel.
5. Zwei Glieder des Kalkringes von *Holothuria lubrica* Sel. in nat. Grösse.
6. Desgleichen von *Holothuria atra* Jäg.
7. Desgleichen von *Holothuria cinerascens* (Br.).
8. Drei Glieder des Kalkringes von *Holothuria pertinax* Ludw. in doppelter Grösse.
9. Vier Glieder des Kalkringes von *Thyone aurantiaca* (Costa) in nat. Grösse.
10. Vier Glieder des Kalkringes von *Phyllophorus cebuensis* (Semp.), $\frac{7}{1}$.
11. Die drei mittleren dorsalen Glieder des Kalkringes von *Stichopus japonicus* var. *typicus* Théel.
12. Die drei mittleren ventralen Glieder des Kalkringes derselben Art.
13. Ein Theil des Kalkringes von *Phyllophorus rugosus* (Théel), $\frac{3}{1}$.
14. Schlundkopf von *Cucumaria conjungens* Semp., $\frac{6}{1}$; *a* Rückziehmuskel, *b* Ringkanal des Wassergefässsystemes, *c* Poli'sche Blase, *d* Steinkanal.
15. Kalkring von *Haplodactyla molpadioides* Semp.

15a. Fünf Glieder des Kalkringes von *Caudina ransonnetii* v. Marenz., $\frac{4}{1}$.

16. Ein Theil des Kalkringes von *Phyllophorus japonicus* (v. Marenz.) in nat. Grösse.
17. Der ganze, in eine Fläche ausgebreitete Kalkring von *Orcula tenera* Ludw., $\frac{4}{1}$.
18. Kalkring von *Kolga hyalina* Dan. und Kor., vergr.
19. Ein Radialstück des Kalkringes von *Elpidia glacialis* Théel, vergr.
20. Ventraler und lateraler Theil des in eine Fläche ausgebreiteten Kalkringes von *Colochirus quadrangularis* (Less.).

Fig. 1 und 2 nach Hamann (93); Fig. 3, 14, 15, 20 nach Semper (238); Fig. 4, 10—13 nach Théel (267); Fig. 5—7 nach Selenka (229); Fig. 8 nach Ludwig (147); Fig. 9 nach Ludwig (151); Fig. 16 nach v. Marenzeller (167); Fig. 17 nach Ludwig (161b); Fig. 18 nach Danielssen und Koren (50); Fig. 19 nach Théel (263).

Lith Anst v Werner & Winter Frankfurt M

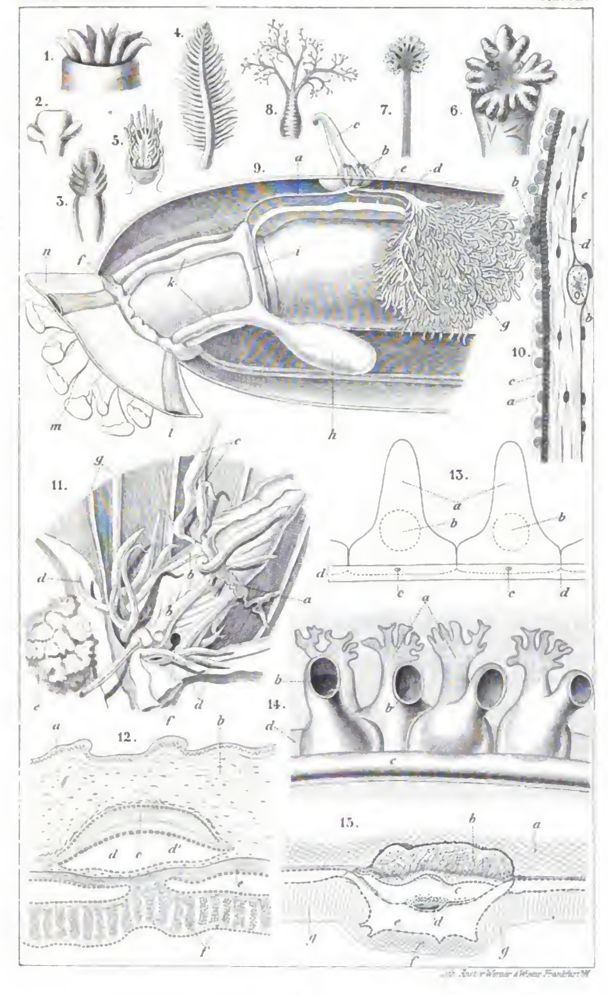
Erklärung von Tafel VII.

Holothurioidea; Wassergefässsystem.

Fig.

1. Fühlerkranz von *Haplodactyla molpadioides* Semp., $\frac{1}{1}$.
2. Ein Fühler von *Trochostoma thomsonii* Dan. und Kor., vergr.
3. Ein Fühler von *Trochostoma arcticum* (v. Marenz.), vergr.
4. Ein Fühler von *Synapta glabra* Semp., $\frac{4}{1}$.
5. Ein halb ausgestreckter Fühler, von aussen gesehen, von *Chiridota panaensis* Semp.
6. Ein Fühler von *Kolga hyalina* Dan. und Kor., vergr.
7. Ein Fühler von *Holothuria immobilis* Semp., $\frac{4}{1}$.
8. Ein Fühler von *Cucumaria miniata* (Br.), $\frac{1}{1}$.
9. Vorderer Körperabschnitt von *Laetmogone wyville-thomsoni* Théel, von der linken Seite her geöffnet; *a* Steinkanal, *b* Papillen der Madreporenplatte, *c* Genitalpapille, *d* Genitalgang, *e* Blutgefäss (?), *f* Kalkring, *g* Geschlechtsdrüse, *h* Poli'sche Blase, *i* Wassergefässring, *k* Anfangsstücke der Radialkanäle, *l* Radialkanäle, *m* Fühler, *n* linke, nach vorn zurückgeschlagene Körperwand.
10. Längsschnitt durch die Wand einer Poli'schen Blase von *Holothuria tubulosa* (Gmel.), $\frac{450}{1}$; *a* Inneres Epithel, *b*, *b* gelbliche granulirte Zellen, sog. „Schleimzellen", *c* Ringmuskelschicht, *d* Bindegewebsschicht, *e* äusseres Epithel.
11. Schlundkopf von *Holothuria vagabunda* Sel.; *a* Wassergefässring und Schlundkrause, *b* Anfangsstücke der Radialkanäle, *c* Poli'sche Blasen, *d* Fühlerampullen, *e* Fühler, *f* eine der Oeffnungen des Schlundsinus, *g* Längsmuskeln; die Füsschenampullen sind in der Zeichnung weggelassen.
12. Querschnitt durch einen radialen Bezirk der Körperwand von *Synapta digitata* (Mont.), vergr.; *a* Körperepithel, *b* Bindegewebe (Lederhaut), *c* Radialnerv, *d* radiales Wassergefäss, *d'* Längsmuskelfasern in der oberen Wand des radialen Wassergefässes, *e* Ringmuskulatur der Körperwand, *f* Längsmuskel.
13. Zwei verdeckte Füsschenampullen von *Scotoplanes globosa* Théel, von der Leibeshöhle aus gesehen; *a* Ampulle, *b* Oeffnung derselben in das Füsschen, *c* Oeffnung derselben in den Radialkanal, *d* Radialkanal.
14. Vier verdeckte, verästelte Füsschenampullen von *Ilyodaemon maculatus* Théel, nach Entfernung der darüber gelegenen Haut, von aussen gesehen; *a* Ampulle, *b* Basis der abgeschnittenen Füsschen, *c* Radialkanal, *d* Längsmuskel.
15. Querschnitt durch ein Ambulacrum von *Holothuria tubulosa* (Gmel.), schwach vergrössert; *a* Lederhaut, *b* Radialnerv, *c* Blutgefäss, *d* Blutgefäss, *e* Radialkanal des Wassergefässsystemes, *f* Bindegewebe, *g*, *g* Längsmuskel.

Fig. 1, 4, 5, 7, 11 nach Semper (238); Fig. 2, 3, 6 nach Danielssen und Koren (50); Fig. 8 nach einer Originalzeichnung von Mertens; Fig. 9, 13, 14 nach Théel (266); Fig. 10 nach Jourdan (114); Fig. 12 nach Hamann (93); Fig. 15 nach Semon (233).


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

Erklärung von Tafel VIII.

Holothurioidea; Wassergefässsystem.

Fig.

1. Schlundkopf und benachbarte Organe von *Synapta digitata*, vergr; *a* Fühler, *b* Fühlerkanal, *c* Ringkanal, *d* Poli'sche Blase, *e* Steinkanal, *f* Kalkring, *g* dorsales Mesenterium, *h* Genitalschläuche, *h'* Genitalöffnung, *i* Darm.
2. Querschnitt durch den Steinkanal derselben Art, vergr.; *a* äusseres Epithel, *b* Bindegewebe, *c* Kalkkörper, *d* das hohe Innenepithel, *e* das niedrige Innenepithel, *f* Uebergang der Wand des Steinkanales in das dorsale Mesenterium.
3. Stück eines Schnittes durch den Madreporenabschnitt des Steinkanales derselben Art, vergr.; *a—e* wie in der vorigen Figur, *f* ein Porenkanal, *g* seine von erhöhtem Epithel umstellte äussere Oeffnung.
4. Verästelter Steinkanal von *Synapta beselii* Jäg., vergr
5. Längsschnitt durch den Madreporenabschnitt des Steinkanales von *Holothuria tubulosa*, vergr.; *a* der Länge nach getroffene Porenkanälchen, *a'* der Quere nach getroffene Porenkanälchen, *b* Sammelraum, *c* bindegewebige Wand des Steinkanales, *d* Lumen des Steinkanales.
6. Steinkanal von *Holothuria scabra* Jäg., in doppelter Grösse.
7. Steinkanal von *Holothuria impatiens* (Forsk.), vergr.
8. Senkrechter Schnitt durch die Madreporenkanäle und die Genitalpapille von *Ilyodaemon maculatus* Théel, vergr.; *a* Körperwand, *b* Steinkanal, von Kalkkörperchen umgeben, *c* Porenkanäle, *d* deren äussere Oeffnungen, *e* Genitalgang, *f* Genitalpapille.
9. Madreporenkanäle und Genitalpapille von *Laetmogone wyville-thomsoni* Théel, vergr.; *a* Steinkanal, *b* Porenkanäle, *c* deren äussere, auf kleinen Hautpapillen gelegene Oeffnungen, *d* Genitalgang, *e* Genitalpapille, *f* Genitalöffnung, *g* Nebenast der Genitalpapille, *h* Genitalöffnung dieses Nebenastes.
10. Senkrechter Schnitt durch den einfachen Madreporenabschnitt des Steinkanales und das äussere Endstück des Genitalganges von *Kolga hyalina* Dan. und Kor., vergr.; *a* Genitalgang, *b* Steinkanal, *c* Genitalöffnung, *d* äussere Oeffnung des Steinkanales, *c* und *d* von kleinen Kalkkörperchen umlagert, *e* Körperwand.

Fig. 1, 2, 3, 5 nach Hamann (93); Fig. 4 und 7 nach J. Müller (185); Fig. 6 nach elenka (229); Fig. 8 und 9 nach Théel (266); Fig. 10 nach Danielssen und Koren (50).

martensii Semp., *lubrica* Sel., *nigra* Foot, *inornata* Semp., *impatiens* (Forsk.), *curiosa* Ludw., *similis* Semp. In zwei Büschel sind sie angeordnet bei *Holothuria languens* Sel., *discrepans* Semp., *forskalii* Delle Chiaje. Mehrere Büschel finden sich bei *Holothuria coluber* Semp., *subditiva* Sel., *Mülleria maculata* (Br.), *mauritiana* (Quoy u. Gaim.), *agassizii* Sel., *obesa* Sel. Besonders kurz sind die einzelnen Schläuche z. B. bei *Holothuria martensii, inornata* Semp., *clemens* und *marenzelleri* Ludw. Meistens aber überschreiten sie die Länge von 1 cm erheblich, sodass sie nach vorn mitunter bis in die erste Hälfte oder selbst in das erste Drittel des Körpers reichen, so z. B. beträgt ihre Länge bei *Holothuria difficilis* Semp. und *decorata* v. Marenz. 1,5 cm, bei *notabilis* Ludw. 2 cm, bei *coluber* Semp., *discrepans* Semp., *scabra* Jäg., *fusco-cinerea* Jäg., *depressa* Ludw., *samoana* Ludw. bis 3 cm, bei *vitiensis* Semp. 4 cm, bei *impatiens* (Forsk.) bis über 5 cm (bei 2 mm Dicke) und bei *Stichopus paradoxus* Lamp. sogar über 7 cm. Die Länge der Schläuche ist übrigens keine konstante, sondern ist von den verschiedenen Contractionszuständen derselben erheblich beeinflusst. Auch kommt es vor, dass sich bei derselben Art, z. B. bei *Holothuria vitiensis* und *köllikeri* Semp., lange und kurze Schläuche nebeneinander vorfinden.

Verästelte Cuvier'sche Organe sind viel seltener als die blinddarmförmigen. Ihre Stiele sind (X, 1 und IX, 9) länger als bei jenen und tragen einen oder mehrere Schläuche, welche sich ein- oder mehrmals theilen und an ihrer Oberfläche mit mikroskopisch kleinen, kurz gestielten, kugeligen Bläschen besetzt sind. Sie kommen namentlich in der Gattung *Mülleria* vor, so bei *M. lecanora* Jäg., *mauritiana* (Quoy u. Gaim.), *obesa* Sel., sollen sich nach Joh. Müller auch bei *Cucumaria frondosa* (Gunn.) finden und werden auch von *Holothuria languens* Sel. und *rigida* Sel. angegeben. Dass sie in keinem wesentlichen Gegensatze zu den blinddarmförmigen stehen, geht aus dem Umstande hervor, dass sie bei *Holothuria tenuissima* Semp. nebeneinander vorkommen. Ob sie bei den genannten *Holothuria*-Arten auch durch jenen Besatz von kleinen Bläschen ausgezeichnet sind, wird nicht erwähnt.

Die traubige Form der Cuvier'schen Organe ist bis jetzt einzig und allein von *Molpadia chilensis* Müll. bekannt. Hier haben sie die Gestalt zweier traubenförmigen Organe, von denen ein jedes an einem langen gemeinschaftlichen Ausführungsgange viele Tausende von fein- und langgestielten, sehr kleinen Bläschen trägt (IX, 10). Diese Bläschen entsprechen offenbar den kurzstieligen Bläschen, welche die Oberfläche der vorhin betrachteten verästelten Organe besetzen. Sonach lässt sich die traubige Form der Cuvier'schen Organe als eine Weiterbildung der verästelten auffassen, und da diese wieder durch das oben erwähnte Verhalten der *Holothuria tenuissima* zu der einfach blinddarmförmigen hinführt, so wird man überhaupt den einfach blinddarmförmigen Schlauch als die Grundform dieser Organe zu betrachten haben.

In ihrem feineren Baue sind die Cuvier'schen Organe noch nicht bis zu einer befriedigenden Kenntniss erforscht. Der Erste, welcher in ihre

histologische Struktur einzudringen versuchte, war Selenka (229); doch konnte er darüber nicht mehr in Erfahrung bringen, als dass sie ihm aus einem spiralaufgerollten Faden von Bindegewebe zu bestehen schienen, welcher von ganz kreisförmigen Muskelfasern umgeben ist. Diesen „spiralaufgerollten“ Bindegewebsfaden haben die späteren Untersucher nicht zu bestätigen vermocht, wohl aber fanden auch sie die umspinnenden Muskelfasern, wenn auch nicht nur kreisförmige. Die eigentliche Grundlage für unser heutiges Wissen vom feineren Baue der Cuvier'schen Organe wurde erst durch Semper (238) gegeben, dessen Beobachtungen, soweit sie sich auf die blinddarmförmigen Organe beziehen, durch Greeff (78), Hamann (92) und ganz besonders durch Jourdan (114) weitergeführt worden sind, während seine Angaben über den Bau der verästelten Form bis heute die einzigen geblieben und wir über die Histologie der traubigen Form überhaupt noch jeder Kenntniss entbehren.

Bezüglich der einfach blinddarmförmigen Organe erhebt sich zunächst die Frage, ob dieselben einen inneren Hohlraum umschliessen oder durch und durch solide sind? Semper*) ist der Ansicht, dass nur der Stiel der Schläuche einen Hohlraum beherberge, der sich aber in die Schläuche selbst nicht fortsetze. Greeff**) und Jourdan***) dagegen fanden die Schläuche, wie schon Selenka vermuthet hatte, ihrer ganzen Länge nach von einem engen, unregelmässig begrenzten Kanale durchzogen, der eine Fortsetzung des Hohlraumes des Stieles ist und am freien Ende der Schläuche blindgeschlossen endigt. Nach Hamann†) soll dieser Axenkanal (IX, 8) erst durch eine innere Zerreissung an den aus dem Körper herausgeschleuderten Organen auftreten; indessen erbrachte er dafür keinen sicheren Nachweis. An Stelle des Axenkanals beschreibt Semper einen Axenstrang von bald zelliger, bald nicht zelliger Beschaffenheit. Lässt er eine zellige Zusammensetzung erkennen (z. B. bei *Hol. vagabunda* Sel.), so handelt es sich um grosse, durchsichtige, ein- oder vielkörnige Zellen, welche in beständiger Wucherung begriffen zu sein scheinen. Aehnliche Zellen sind es, welche Jourdan als Wandbekleidung (Epithel) des Axenkanales schildert, doch unterscheidet er zwei verschiedene Sorten (IX, 11) derselben: erstens solche mit ganz homogenem, körnchenfreiem Protoplasma und zweitens körnchenreiche „Schleimzellen“. Da sich diese „Schleimzellen“ oder Wanderzellen, denen wir schon im Bindegewebe so mancher anderer Organe begegnet sind, nicht nur im Wandbelag des Axenkanales, sondern auch in dem angrenzenden Bindegewebe vorfinden, so wird man in jenen ersterwähnten körnchenfreien Zellen das eigentliche

---

*) Seine Beobachtungen beziehen sich auf *Holothuria impatiens* (Forsk.), *vagabunda* Sel., *tenuissima* Semp., *lubrica* Sel. (= *erinaceus* Semp.), *marmorata* (Jäg.) und *Mülleria maculata* (Br.) (= *nobilis* Sel.).

**) An *Holothuria poli* Delle Chiaje.

***) An *Holothuria impatiens* (Forsk.)

†) An *Holothuria poli* Delle Chiaje; die auf dieselbe Art bezüglichen Beobachtungen Greeff's scheinen Hamann ganz unbekannt gewesen zu sein.

innere Epithel zu erkennen haben. Nach aussen von dem Axenkanal und seinem Epithel folgt (IX, 8) eine mächtige Lage von Bindegewebe, welche durch eine zwischengelagerte Muskelschicht in eine innere und eine äussere Bindegewebsschicht getheilt ist. Die innere Bindegewebsschicht (Greeff's Innenschicht, Jourdan's centrale Faserlage) besteht aus eng aneinander liegenden welligen Fasern, die nach Semper bei den von ihm untersuchten Arten in der Längsrichtung, nach Greeff und Hamann bei *Holothuria poli* in der Querrichtung verlaufen. Jourdan bemerkte auch noch feinere Fasern, die eine gewisse Aehnlichkeit mit elastischen Fasern zeigen. Zwischen den Fasern finden sich einzelne Zellen (Bindegewebszellen und Wanderzellen), sowie gelbliche, unregelmässig begrenzte Körnerhaufen; auch kommen in dieser Schicht zuweilen, z. B. bei *Mülleria maculata* (Br.), gitterförmige Kalkkörperchen vor. Die nun folgende Muskelschicht stellt nach Semper ein weitmaschiges Fasernetz vor, welches nach Jourdan und Hamann durch die Uebereinanderlagerung einer inneren Ringmuskel- und einer äusseren Längsmuskellage zu Stande kommt; die Ringmuskelfasern liegen bei *Holothuria poli* und *impatiens* in ziemlich gleichen Abständen, während die Längsmuskelfasern sich zu kleinen, durch grössere Abstände getrennten Bündeln vereinigen. Greeff bestritt mit Unrecht die muskulöse Natur dieser Fasern, die er für elastische hielt. Weiter nach aussen liegt die äussere Bindegewebsschicht (Jourdan's äussere Faserlage)*), welche jedoch durch die Maschen der Muskelschicht hindurch mit der inneren Bindegewebsschicht in unmitlelbarem Zusammenhange steht. Auch sie zeigt deutliche Fasern, die bei *Holothuria impatiens* und *poli* nach Jourdan und Hamann radiär zur Längsaxe gerichtet sind, und beherbergt ausser verästelten Bindegewebszellen wiederum Wanderzellen (Schleimzellen), die sich bei manchen Arten, z. B. *Mülleria maculata* (Br.) und *Holothuria marmorata* (Jäg.), in auffallender Menge einstellen und in der Aussenzone der ganzen Schicht eine besondere Lage bilden können. Oberflächlich ist die äussere Bindegewebsschicht entweder unmittelbar von dem wimpernden platten Cölomepithel überkleidet, z. B. bei *Mülleria maculata* (Br.), oder es schiebt sich zwischen beide eine ganz eigenartige Schicht von Drüsenzellen ein, welche bei allen untersuchten *Holothuria*-Arten vorhanden ist. Semper stellte bereits fest, dass diese Schicht der Träger der grossen Klebrigkeit ist, auf welche wir im Kapitel Physiologie zurückkommen werden. Er beschrieb sie als eine in Querfalten gelegte zellige Membran, nannte sie die innere (im Gegensatz zu dem darüber gelegenen äusseren Epithel) oder gerippte Zellhaut und war der Meinung, dass sie aus modificirten Bindegewebszellen zusammengesetzt sei. Auf einem Längsschnitte (IX, 6) macht die Schicht den Eindruck, als bestünde sie aus zahllosen, winzigen, mit Körnchen erfüllten Blinddärmchen (Greeff). Diese

*) Greeff fasst diese Schicht nebst der Drüsenschicht und dem äusseren Epithel als „Körnerschicht" zusammen.

anscheinenden Blinddärmchen sind aber nichts anderes als verhältnissmässig grosse Drüsenzellen, die sich in die äussere Bindegewebsschicht einsenken und in Querreihen geordnet stehen. Jourdan zeigte, dass diese Drüsenzellen, im Gegensatze zu der Ansicht Semper's, modificirte Epithelzellen darstellen und bezeichnete deshalb die ganze Schicht als „innere Epithellage“. Die einzelnen Drüsenzellen werden von Hamann als schlauchförmig geschildert, während Jourdan sie als rinnenförmig gebogene Platten (IX, 7) erkannte. Im Inneren der Zellen liegen ausser dem Kern zahlreiche feine Körnchen, welche sich zu polygonal umgrenzten Gruppen ordnen.

Die verästelten Cuvier'schen Organe der *Mülleria lecanora* Jäg. unterscheiden sich nach Semper in ihrem feineren Baue hauptsächlich dadurch von den blinddarmförmigen, dass sie der Muskelfasern und der Drüsenzellenschicht entbehren, dagegen in den kleinen Bläschen ihrer Oberfläche (vergl. S. 177) je eine mit Schleim erfüllte und von einem Cylinderepithel ausgekleidete Höhlung umschliessen. Die Höhlung wird ausserdem von einem zelligen Fasernetz durchzogen und beherbergt meistens auch noch einen gelblichen Körnerhaufen. Ebensolche Fasernetze und Körnerhaufen liegen auch nach aussen von der Höhlung in dem umgebenden hyalinen Bindegewebe der Bläschen. Besonders in dem Stiele der verästelten Organe treten auch gitterförmige Kalkkörper auf. Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob und inwieweit sich der histologische Bau dieser verästelten Organe auf den der einfach blinddarmförmigen zurückführen lässt.

XI. Geschlechtsorgane.

1. Getrenntgeschlechtliche und zwitterige Seewalzen.

Die dem dorsalen Mesenterium anhängenden Geschlechtsorgane haben die Gestalt einfacher oder verästelter Schläuche, welche meistens zahlreich und von ansehnlicher Länge sind, frei in die Leibeshöhle hineinragen und auch durch ihre Farbe auffallen. Sie blieben deshalb schon den ersten Forschern, welche sich überhaupt mit der Anatomie der Seewalzen beschäftigten, nicht verborgen. Bohadsch (30) beschrieb sie als „kleine Blinddärme an der Speiseröhre“, deutete sie als Eierstöcke und war der irrthümlichen Meinung, dass die Eier durch den Mund ihren Weg in die Aussenwelt fänden. Auch Strussenfelt (252) verglich sie ihrer Form nach mit Blinddärmen und stellte zuerst fest, dass sie nicht, wie Bohadsch meinte, mit der Speiseröhre, sondern mit dem dorsalen Mesenterium in Verbindung stehen. Pallas (195) dagegen verkannte ihre Bedeutung vollständig, indem er in ihnen Gefässe zur Bereitung eines Verdauungssaftes vermuthete, während er die Kiemenbäume für die Eierstöcke hielt. Fabricius (61) enthielt sich einer bestimmten Deutung

der auch von ihm beobachteten Organe. O. F. Müller (189) aber kehrte zu der richtigen Ansicht von Bohadsch zurück und erweiterte dieselbe dahin, dass er in diesen Schläuchen Eierstöcke oder Hoden (also nicht nur Eierstöcke) sah. Dieser Auffassung widersprach kein Geringerer als Cuvier (46 u. 45), indem er den am Mesenterium hängenden Genitalschläuchen ausschliesslich die Funktion von Ovarien zuschrieb, dagegen die von ihm entdeckten und später nach ihm benannten Organe für Hoden erklärte. Da es viel schwieriger war, den Samen und das samenbereitende Organ nachzuweisen als die Eier und deren Bildungsstätte zu erkennen, so wird es verständlich, dass sich damals die Discussion hauptsächlich um die männlichen Organe drehte; man machte aber dabei den nur von O. F. Müller vermiedenen Fehler in den Genitalschläuchen ausschliesslich die weiblichen Organe zu sehen. Während Cuvier die Cuvier'schen Organe für die gesuchten Hoden erklärt hatte, äusserte sich Oken (193) dahin, dass die männlichen Organe der Seewalzen noch unbekannt seien, Tiedemann (273) aber und Jäger (110) verlassen zwar die Ansicht Cuvier's, fallen aber in den neuen Irrthum die Steinkanäle für die Hoden zu deuten. Der wirkliche, bis dahin allein von O. F. Müller richtig vermuthete Sachverhalt wurde erst dadurch festgestellt, dass es (Valentin und) Wagner (285) bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) gelang in den bis dahin nur für Eierstöcke gehaltenen Genitalschläuchen einzelner Individuen statt der Eier unverkennbare Samenkörperchen nachzuweisen*). Nachdem dann auch noch Koren (119) das Gleiche für *Thyone fusus* (O. F. Müll.) und *Psolus squamatus* (Düb. u. Kor.) gezeigt hatte, konnten alle späteren Forscher nur bestätigen, dass die Seewalzen in der Regel getrenntgeschlechtliche Thiere sind, deren Geschlechtsorgane bei beiden Geschlechtern die grösste Uebereinstimmung in Lage und Bau besitzen, sich also in der Hauptsache nur durch die Verschiedenheit ihres Inhaltes unterscheiden lassen.

Indessen giebt es auch echte Zwitter unter den Seewalzen. Wie Quatrefages (210) bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) entdeckte, Leydig (142) und Joh. Müller (183) für *Synapta digitata* (Mont.) bestätigten, ist zunächst die Gattung *Synapta* durch das Auftreten zwittriger Arten bemerkenswerth. Die Zwitterigkeit kommt dabei dadurch zu Stande, dass im Inneren derselben Genitalschläuche, die bei den getrenntgeschlechtlichen Holothurien entweder nur als Eierstöcke oder nur als Hoden sich bethätigen, beiderlei Geschlechtsprodukte nebeneinander ihre Entstehung nehmen. Seit jenen Befunden an den beiden europäischen *Synapta*-Arten scheint man allgemein anzunehmen, dass auch alle anderen Arten der Gattung *Synapta* zwitterig sind. Selenka (229) und Semper (238) gingen in der Verallgemeinerung sogar noch weiter und bezeichneten die ganze Familie der Synaptiden

*) Trotzdem brachten Dujardin und Hupé (55) es noch im Jahre 1862 fertig, es als eine offene Frage zu behandeln, ob man in den Steinkanälen Speicheldrüsen oder Hoden sehen solle!

als Zwitter. Dem gegenüber muss hervorgehoben werden, dass einerseits der Beweis für die Richtigkeit jener Verallgemeinerung schon für die den beiden genannten Forschern bekannten Arten nicht erschöpfend geführt worden ist und dass anderseits sich neuerdings herausgestellt hat, dass es nicht wenige Synaptiden gibt, die thatsächlich getrenntgeschlechtlich sind. Was zunächst die Gattungen *Synapta* und *Anapta* anbelangt, so kennen wir allerdings bis jetzt noch keine Art, bei welcher die Getrenntgeschlechtlichkeit erwiesen wäre — aber es ist auch die Zwitterigkeit bei einer Menge hierhin gehöriger Arten ebensowenig festgestellt. Unter den *Chiridota*-Arten ist die Zwitterigkeit ebenfalls nur bei einem Theile derselben konstatirt; ja es wird von Semper selbst (238, S. 21) bereits bei einer Art, seiner *Chiridota variabilis* (= *rufescens* Br.), die Zwitterigkeit in Zweifel gezogen und auch bei einer zweiten Art, seiner *Chiridota rigida*, reicht das von ihm Beobachtete keineswegs zum Nachweise der behaupteten Zwitterigkeit aus. Dem kann ich nach eigenen, noch unveröffentlichten Untersuchungen*) hinzufügen, dass ich bei *Chiridota rufescens* in Uebereinstimmung mit Semper in den Genitalschläuchen eines Exemplares nur Samenzellen antraf und dass ferner auch meine *Chiridota pisanii* getrenntgeschlechtlich zu sein scheint. Alle übrigen Synaptiden-Gattungen sind nach den neueren Forschungen getrenntgeschlechtlich, so *Myriotrochus* nach Théel (262) und Duncan und Sladen (56), *Trochoderma* ebenfalls nach Théel (262) und *Acanthotrochus* nach Danielssen und Koren (50). Von einer Zwitterigkeit der Synaptiden überhaupt kann also wohl nicht länger die Rede sein und eine Verwerthung derselben für die Ansicht, dass die Synaptiden die phylogenetisch ältesten Holothurien darstellen, steht auf sehr schwachen Füssen.

Die zweite Familie, in welcher zwitterige Formen angegeben werden, sind die Molpadiiden. Die betreffenden Angaben rühren einzig von Semper (238, S. 46) her und beziehen sich auf *Haplodactyla molpadioides* Semp. und *Caudina arenata* (Gould). In Betreff der erstgenannten Art gibt Semper aber schon selbst zu, dass seine Beobachtungen zu einer sicheren Entscheidung nicht ausreichen**); desto zweifelloser scheint ihm aber die Zwitternatur der *Caudina arenata* zu sein. Indessen vermisst man auch bei dieser Art den bestimmten Nachweis der Samenzellen in den angeblich zwitterigen Genitalschläuchen und ein jüngerer Forscher, Kingsley (117), der dieselbe Art anatomisch untersuchte, bezeichnete sie im Gegensatze zu Semper geradezu als getrenntgeschlechtlich. Bei allen anderen auf diesen Punkt näher geprüften Molpadiiden stellte sich über-

*) An einem anderen Orte soll über diese Untersuchungen eingehend berichtet werden.

**) Wie unsicher er ist, geht auch daraus hervor, dass seine Angaben über Art und Weise der Zwitterigkeit der *Haplodactyla molpadioides* sich widersprechen. Nach pag. 42 seines Werkes (238) sollen die Genitalschläuche desselben Individuums zum Theil männliche, zum Theil weibliche sein und sich als solche schon in der äusseren Form unterscheiden; nach pag. 46 und der Figurenerklärung zu Taf. XV, Fig. 19 aber soll jeder einzelne Genitalschlauch eine Zwitterdrüse darstellen

all Getrenntgeschlechtlichkeit heraus, so bei *Trochostoma boreale* (Sars), *thomsonii* Dan. u. Kor. und *Ankyroderma jeffreysii* Dan. u. Kor. Demnach lässt sich bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse nur sagen, dass noch bei keiner einzigen Molpadiiden-Art die Zwitterigkeit wirklich genügend festgestellt ist.

Nach Sluiter (241) soll es auch eine zwitterige Aspidochirote und eine ebensolche Dendrochirote geben, wobei es sich übrigens, die Richtigkeit seiner Angabe einmal angenommen, um eine andere Art der Zwitterigkeit handeln würde als bei den Synaptiden. Nach ihm bilden sich nämlich bei seinem *Anapus holothurioides* und seinem *Ocnus javanicus* Eier und Samen zwar in demselben Thiere, aber in verschiedenen Genitalschläuchen, sodass also nicht zwitterige wie bei den Synaptiden, sondern männliche und weibliche Genitalschläuche demselben Ausführungsgange anhängen. Leider fehlt es auch in diesen beiden Fällen*) an einem genauen Beweise für die aufgestellte Behauptung, wie ich das in Betreff der einen Art schon bei einer früheren Gelegenheit (161a) hervorgehoben habe. Solange demnach der Beweis für das Gegentheil nicht mit aller wünschenswerthen Sicherheit erbracht ist, werden wir alle Holothurien mit alleiniger Ausnahme eines Theiles der Synaptiden als getrenntgeschlechtliche Thiere ansehen müssen.

2. Makroskopische Betrachtung der Geschlechtsorgane.

Die von Tiedemann (273) entdeckte äussere Geschlechtsöffnung liegt mit wenigen nachher zu besprechenden Ausnahmen bei allen Holothurien genau in der Medianlinie des Rückens und zwar im vorderen Abschnitte derselben. In diesem Bereiche schwankt ihre Stellung je nach den Familien hin und her, im Allgemeinen so, dass sie bei den Elasipoden am weitesten nach hinten gerückt ist, bei den Aspidochiroten bereits einen geringeren Abstand von dem Fühlerkranze innehält, bei den Molpadiiden und Synaptiden dicht hinter demselben liegt und endlich bei den Dendrochiroten zwischen oder selbst bis nach innen von den Fühlern vorrückt. Im Einzelnen treffen wir die Geschlechtsöffnung bei den Elasipoden, namentlich in den Familien der Deimatiden und Psychropotiden, sehr oft in einem Abstande vom vorderen Körperende, welcher einem Siebentel bis einem Fünftel der Gesammtlänge des Körpers gleichkommt, z. B. bei *Laetmogone wyville-thomsoni* (VII, 9), *Ilyodaemon maculatus*, *Orphnurgus scaber*, *Pannychia moseleyi*, *Euphronides depressa*, *Benthodytes sanguinolenta*, *papillifera*, *abyssicola*, *selenkiana* Théel. Am weitesten nach hinten, nicht nur unter den Elasipoden, sondern unter sämmtlichen Seewalzen überhaupt, geht die Verschiebung der Genitalöffnung bei *Psychropotes*

*) welche in der in der vorigen Anmerkung angeführten Angabe Semper's einen Vorläufer haben.



longicauda Théel, wo sie bei einer Körperlänge von 14—15 cm nur noch 4,5 cm vom hinteren Körperende entfernt ist; diese Art bietet dadurch zugleich den einzigen bekannten Fall dar, in welchem die Geschlechtsöffnung in der hinteren Körperhälfte liegt. Bei anderen als den vorhin erwähnten Elasipoden, so insbesondere in der Familie der Elpidiiden, befindet sich die Geschlechtsöffnung in etwas grösserer Nähe des Fühlerkranzes ohne denselben aber jemals zu erreichen, z. B. bei *Elpidia glacialis* Théel, *Kolga hyalina* Dan. u. Kor. u. a. Bei den Aspidochiroten wurde die Geschlechtsöffnung noch von Jäger irrthümlich in den oberen Theil der Speiseröhre verlegt, nachdem sie Tiedemann bei *Holothuria tubulosa* richtig nach aussen und in einem kleinen Abstande von dem Fühlerkranze aufgefunden hatte. Ebendort begegnen wir ihr bei allen anderen Aspidochiroten, z. B. bei *Holothuria atra* Jäg., *impatiens* (Forsk.); nur selten rückt sie etwas weiter nach hinten, z. B. bei *Holothuria similis* Semp., wo sie 2 cm, und bei *H. ananas* Jäg., wo sie sogar 3,5 cm hinter dem Vorderende liegt — ein im Vergleich mit der bedeutenden Körperlänge dieser beiden Arten immer noch klein zu nennender Abstand. Dicht hinter dem Fühlerkranze finden wir sie, wie Jäger (110) zuerst an seiner *Synapta beselii* zeigte, bei allen darauf untersuchten Molpadiiden und Synaptiden, z. B. bei *Caudina arenata* (Gould), *Haplodactyla australis* Semp., *Trochostoma albicans* Théel (X, 2), *thomsonii* Dan. u. Kor., *Myriotrochus rinkii* Steenstr., *Acanthotrochus mirabilis* Dan. u. Kor., *Synapta digitata* (Mont.) (VIII, 1) *kefersteinii* und *gracilis* Sel. Bei den Dendrochiroten endlich gilt die Regel, dass die Genitalöffnung entweder zwischen oder selbst nach innen von den beiden dorsalen Fühlern ihre Lage hat; jenes ist z. B. der Fall bei *Thyone aurantiaca* (Costa), *Th. fusus* (O. F. Müll.), *Psolus squamatus* (Düb. u. Kor.), dieses bei zahlreichen *Cucumaria*-Arten. Es gibt aber auch einige Ausnahmen von der sonst für die Dendrochiroten gültigen Regel. So erwähnt schon M. Sars (221), dass er bei *Phyllophorus urna* Grube die Geschlechtsöffnung auf der Mitte des „Halses" gefunden habe. Da er mit Hals den auch als Rüssel (s. S. 140) bezeichneten, einstülpbaren vorderen Leibesabschnitt meint, so liegt nach ihm die Geschlechtsöffnung dieser Art nach aussen von dem Fühlerkranze. Ein zweiter, von Théel (267) entdeckter Fall, den ich selbst (161a) prüfen konnte, betrifft die *Cucumaria crocea* (Less.), deren Geschlechtsöffnung sich bei einer Gesammtkörperlänge von 24—46 mm 4—8,5 mm hinter der Basis des Fühlerkranzes befindet.

Bei den meisten Arten ist die Geschlechtsöffnung wenig auffallend und oft schwer zu finden, weil sie, abgesehen von ihrer Kleinheit, in der Ebene der Körperoberfläche liegt oder sich auch noch zwischen den Unebenheiten derselben verbirgt. Weniger häufig ist sie auf die Spitze einer kürzeren oder längeren Papille gerückt, die sich mitunter, z. B. bei *Holothuria similis* Semp., auch durch ihre besondere Färbung kenntlich macht. Besonders oft scheint eine Genitalpapille bei den Dendrochiroten und Elasipoden zur Ausbildung gelangt zu sein, doch fehlt sie auch den

anderen Familien nicht gänzlich. Klein und unansehnlich ist sie bei *Synapta digitata* (Mont.), *kefersteinii* Sel., *Myriotrochus rinkii* Steenstr., *Trochostoma boreale* (Sars), *Caudina arenata* (Gould), *ransonnetii* v. Marenz., *Elpidia glacialis, willemoësi*, *Scotoplanes robusta*, *Pseudostichopus mollis* Théel, *Phyllophorus urna* Grube, *Psolus squamatus* (Düb. u. Kor.), *Cucumaria albida* (Br.), *laevigata* (Verrill) und *crocea* (Less.). Viel kräftiger ist sie entwickelt bei *Trochostoma albicans* Théel (X, 2) und *Ankyroderma jeffreysii* Dan. u. Kor., ferner bei *Holothuria similis* Semp., *Thyone fusus* (O. F. Müll.), *aurantiaca* (Costa), *Cucumaria elongata* Düb. u. Kor. (X, 3); bei den beiden zuletzt genannten Arten tritt sie nach Costa's (43) und meinen (151) Beobachtungen nur im männlichen Geschlechte auf*). Ihre stärkste Ausbildung aber erfährt sie bei einigen Deimatiden; so stellt sie bei *Laetmogone wyville-thomsoni* Théel (VII, 9 und VIII, 9) ein kegelförmiges, an seiner Basis 2,5 mm dickes Gebilde von 11 mm Länge dar und bei *Ilyodaemon maculatus* Théel (VIII, 8) wird sie sogar 4 cm lang.

Mag nun aber eine Genitalpapille vorhanden sein oder nicht, in der Regel stellt die Geschlechtsöffnung einen einfachen feinen Porus dar, der nur ausnahmsweise eine Vermehrung in zwei oder mehrere Poren erfährt. Derartige Fälle (Théel 266) mit mehrfachen Geschlechtsöffnungen finden sich jedoch nur bei den Elasipoden (Elpidiiden und Deimatiden) und kommen sämmtlich dadurch zu Stande, dass der auch bei ihnen einfache Genitalgang sich an seinem Aussenende der Zahl der Poren entsprechend vergabelt; dabei bleiben die Poren gewöhnlich nicht in der Medianebene, sondern ordnen sich symmetrisch zu ihr. Die Fälle, um die es sich handelt, sind im Einzelnen die folgenden. Bei *Laetmogone wyville-thomsoni* Théel trägt die Genitalpapille einzelner Individuen einen kleinen Nebenast (VIII, 9) oder ist an ihrer Spitze viertheilig geworden; in jenem Falle sind im Ganzen zwei, in diesem vier Geschlechtsporen vorhanden. Bei *Achlyonice paradoxa* Théel sind acht ganz kleine Genitalpapillen vorhanden, von denen eine jede einen Genitalporus trägt. Ebenso wie bei *Laetmogone wyville-thomsoni* die Vermehrung der Geschlechtsöffnungen als eine individuelle Eigenschaft erscheint, so auch bei *Elpidia purpurea* Théel; bei dieser Art sind manchmal zwei Genitalporen vorhanden, die sich jederseits von der Oeffnung des Steinkanales anordnen. Was aber hier nur individuell auftritt, scheint bei *Peniagone vitrea* Théel zur Regel geworden zu sein; auch zeichnen sich deren beide Geschlechtsporen dadurch aus, dass sie nach rechts und links weiter auseinander rücken. Das führt hinüber zu dem ganz einzig dastehenden Verhalten der *Peniagone wyvillii* Théel, deren Geschlechtsöffnungen sich jederseits von der Mittellinie auf etwa acht vermehrt haben und so weit auseinander weichen, dass sie nicht, wie in allen anderen Fällen, auf den mittleren dorsalen Interradius beschränkt bleiben, sondern zum Theile auf die angrenzenden Bezirke der beiden seitlichen dorsalen Interradien übertreten.

*) Das Gleiche berichtet soeben Lampert in der S. 170 angeführten Abhandlung von *Cucumaria laevigata* (Verrill).

Von der Geschlechtsöffnung entspringt ein einfacher, bald kurzer, bald ziemlich langer Kanal, der Genitalgang (VII, 9; VIII, 8, 9, 10), welcher die Haut durchsetzt und alsdann ausnahmslos dem dorsalen Mesenterium sich einlagert um in ihm seinen Weg nach hinten zu nehmen. Da, wo mehrere Geschlechtsöffnungen vorkommen, verbinden sich die von denselben herkommenden Einzelkanäle schon in der Haut oder doch an deren Innenseite zu dem auch hier vorhandenen einfachen Genitalgange. An seinem hinteren Ende, welches wir mit Semper als die Geschlechtstheilbasis oder einfacher als die Geschlechtsbasis bezeichnen wollen, trägt der Genitalgang die eigentlichen Geschlechtsdrüsen in Gestalt einfacher oder verästelter, in Grösse und Zahl vielen Verschiedenheiten unterliegender Schläuche, welche frei in die Leibeshöhle hineinhängen und entweder an beiden Seiten des dorsalen Mesenteriums aus der Geschlechtsbasis entspringen oder nur an einer Seite zur Entwicklung kommen. In jenem Falle, der bei der Mehrzahl der Arten zutrifft, bilden die Genitalschläuche ein linkes und ein rechtes Büschel von annähernd gleicher Stärke; so verhalten sich sämmtliche Synaptiden, Molpadiiden, Deimatiden, Psychropotiden, wahrscheinlich auch alle Dendrochiroten*) und zahlreiche Aspidochiroten (die Gattungen *Stichopus*, *Pseudostichopus* und *Paelopatides*). Im anderen Falle dagegen, wenn nur ein Büschel von Genitalschläuchen vorhanden ist, liegt dasselbe, soweit seine Lage von den betreffenden Autoren näher angegeben wird, ausnahmslos an der linken Seite des dorsalen Mesenteriums; unter den Aspidochiroten gehören die Gattungen *Labidodemas*, *Mülleria* und vor allem die artenreiche Gattung *Holothuria* hierher, ferner eine beträchtliche Anzahl von Elpidiiden, z. B. *Elpidia glacialis*, *Scotoplanes globosa*, *papillosa*, *albida*, *robusta*, *murrayi*, *Scotoanassa diaphana*, *Achlyonice paradoxa* Théel. Entsprechend diesem Verhalten der Aspidochiroten und Elpidiiden sollte man erwarten, dass dort, wo zwar ein linkes und ein rechtes Genitalbüschel vorhanden, aber von ungleicher Stärke sind, das linksseitige das grössere sei; indessen lauten die Angaben in Betreff der wenigen derartigen Fälle zum Theil gerade umgekehrt; so z. B. fanden ich (153) bei *Chiridota rotifera* (Pourt.) und Danielssen und Koren (50) beim Männchen von *Ankyroderma jeffreysii* die Geschlechtsorgane rechts kräftiger entwickelt als links, dagegen links kräftiger entwickelt als rechts bei *Kolga hyalina*.

Sind beiderseits vom dorsalen Mesenterium einfache (d. h. unverästelte) Genitalschläuche ausgebildet, so kann deren Zahl manchmal eine recht kleine sein, z. B. bei *Deima fastosum* Théel jederseits 6—7, bei *Oneirophanta mutabilis* Théel ♀ jederseits 3—4 (X, 7) oder sich sogar auf

*) Von *Ocnus javanicus* wird von ihrem Autor Sluiter (241) nur ein Büschel von Genitalschläuchen angegeben; doch scheint mir diese Angabe ebenso einer Bestätigung bedürftig zu sein, wie eine ähnliche Angabe, welche neuerdings Lampert über *Colochirus quadrangularis* Less. macht (vergl. die S. 170 angeführte Arbeit dieses Forschers).

einen einzigen (jederseits) beschränken, z. B. bei *Synapta indivisa* Semp., *Acanthotrochus mirabilis* Dan. u. Kor., *Psychropotes semperiana* und *Euphronides depressa* Théel (X, 4). In den meisten Fällen aber ist die Zahl der Genitalschläuche entweder viel grösser, jederseits bis 30, 40 und darüber, oder es geht jederseits von der Geschlechtsbasis zwar nur ein Genitalschlauch ab, der sich aber weiterhin in Aeste auflöst; derartige Verästelungen durch seitliche Zweige oder durch ein- oder mehrmalige Vergabelung kommen aber auch dann vor, wenn die Zahl der an der Geschlechtsbasis anhängenden Schläuche eine beträchtliche ist und treten fast ausnahmslos überall da auf, wo die Geschlechtsschläuche nur an der linken Seite des Mesenteriums zur Ausbildung gelangt sind.

Das Vorhandensein oder Fehlen der Verästelung sowie die Art und Weise, in welcher sie stattfindet, geben im Zusammenhang mit den sehr verschiedenen Längen- und Dickenverhältnissen den Schläuchen eine recht mannigfaltige Gestalt. Die einfachste Form haben sie bei der Mehrzahl der Dendrochiroten, bei denen sie ziemlich schlanke, gleichdicke oder leicht perlschnurförmige, einfache Röhren darstellen, z. B. bei fast allen *Cucumaria-*, *Colochirus-* und *Thyone-*Arten; ähnlich gestaltet sind sie bei zahlreichen Elasipoden*) und einzelnen Vertretern der Aspidochiroten**), Molpadiiden***) und Synaptiden†). Bei *Acanthotrochus mirabilis* Dan. u. Kor. schwellen die einfachen Genitalschläuche sackförmig an, ebenso bei *Psychropotes semperiana* und *Euphronides depressa* Théel (X, 4), hier aber mit dem Unterschied, dass die Oberfläche des Sackes mit kugeligen Hervortreibungen dicht besetzt ist. Aehnliche kugelige Ausbuchtungen, gewissermaassen Anläufe zur Bildung von Nebenästen, kommen auch an den schlanken Genitalschläuchen von *Deima validum* Théel (X, 5) vor. In anderen Fällen sind die Schläuche mit deutlichen, kurzen oder langen Nebenästen besetzt, welche seitlich von dem oft rechts und links nur einmal vorhandenen Hauptschlauche abgehen; so z. B. bei vielen Synaptiden††) (X, 8, 9, 10), einzelnen Molpadiiden†††) und Aspidochiroten*†) und zahlreichen Elasipoden**†); dabei können die Nebenäste einfach bleiben oder sich selbst wieder weiter verzweigen.

---

*) z. B. bei *Scotoplanes papillosa*, *Scotoanassa diaphana*, *Oneirophanta mutabilis*, *Deima fastosum*, *Orphnurgus asper* Théel.

**) z. B. *Stichopus assimilis* Bell, *Pseudostichopus mollis* Théel, *Holothuria notabilis* Ludw.

***) z. B. *Trochostoma violaceum* (Stud.).

†) z. B. *Synapta indivisa*, *rodea* Sluit., *Chiridota purpurea* (Less.).

††) z. B. *Synapta digitata* (Mont.), *similis*, *recta*, *molesta* Semp., *Chiridota rotifera*, (Pourt.), *discolor* Eschsch., *rufescens* Br., *Anapta gracilis* Semp. u. a.

†††) z. B. *Trochostoma boreale* (Sars).

*†) z. B. *Stichopus variegatus* Semp., *chloronotos* Br., *ananas* (Jäg.) (bei diesen beiden Arten wurden die Genitalschläuche von Selenka (229) irrthümlich für Steinkanäle gehalten).

**†) z. B. *Ilyodaemon maculatus*, *Benthodytes abyssicola*, *Parelpidia elongata*, *cylindrica*, *Elpidia purpurea*, *willemoësi* Théel.

Sehr häufig, insbesondere bei den meisten Aspidochiroten*) und einer Anzahl Dendrochiroten**) kommt es aber auch vor, dass die Genitalschläuche, statt seitliche Aeste abzugeben, sich gabeln und dann ihre Gabeläste wiederum entweder ungetheilt bleiben oder sich noch ein- oder mehrmal weiter theilen. Zwischen dieser dichotomischen und der vorhin berührten seitlichen Verästelung der Genitalschläuche ist indessen eine scharfe Grenze ebensowenig vorhanden wie zwischen den seitlich oder gabelig verästelten einerseits und den einfachen Genitalschläuchen andererseits. Nicht selten trifft man bei ein und derselben Art***) einfache und getheilte Genitalschläuche gleichzeitig nebeneinander an; auch scheint der Grad der Verästelung und Vergabelung sich zur Zeit der Geschlechtsreife steigern zu können, während die jungen, eben erst in Bildung begriffenen Schläuche stets eine einfache ungetheilte Gestalt haben. Sind im Ganzen überhaupt nur zwei Genitalschläuche, ein rechter und ein linker, vorhanden, so treten sie am dorsalen Mesenterium mit ihren Vorderenden zur Bildung des Genitalganges zusammen, ohne dass diese, oben als Geschlechtsbasis bezeichnete Stelle, eine besondere Auszeichnung erhielte. Sind aber mehrere oder zahlreiche Genitalschläuche da, so sitzen sie mit ihren oft stielförmig verjüngten Basen dicht gedrängt†) oder (seltener) in zwei Längsreihen††) angeordnet an einem erweiterten hinteren Endstücke (X, 5) des Genitalganges, welches dann eine Art Sammelraum für die Geschlechtsprodukte darstellt und als Geschlechtsbasis im engeren Sinne (Sinus bei Koren [119]) bezeichnet wird.

Die Entfernung der Geschlechtsbasis oder mit anderen Worten der mesenterialen Insertionsstelle der Genitalschläuche vom Vorderende des Körpers, beziehungsweise von der äusseren Geschlechtsöffnung, entspricht der sehr wechselnden Länge des Genitalganges. Bei den Synaptiden und Molpadiiden ist diese Entfernung, also auch die Länge des Genitalganges, durchgängig eine recht kleine. Auch unter den Aspido- und Dendrochiroten gibt es Arten, deren Geschlechtsbasis weit vorne, etwa in der Höhe des Wassergefässringes liegt, z. B. *Stichopus naso* Semp., *Holothuria graeffei* Semp., *Mülleria lecanora* Jäg., *Colochirus*

*) Einmal gegabelt sind z. B. die Genitalschläuche bei *Holothuria samoana* Ludw., 1—2mal bei *Holothuria impatiens* (Forsk.),, 2mal bei *Hol. depressa* und *curiosa* Ludw., 2—3mal bei *Stichopus challengeri* Théel, *Labidodemas dubiosum* Ludw., *Hol. gracilis* Semp., *bowensis* Ludw. und zahlreichen anderen *Holothuria*-Arten, 3mal bei *Hol. caesarea* und *cubana* Ludw., 3—4mal bei *Hol. spinifera* Théel und *Labidodemas selenkianum* Semp., 4—5mal bei *Hol. squamifera* Semp., 7—8mal bei *Hol. peregrina* Ludw. etc.

**) z. B. einmal gegabelt bei *Phyllophorus brocki* Ludw. und *Actinocucumis typica* Ludw., 2mal bei *Orcula tenera* Ludw., 2—3mal bei *Phyllophorus schmeltzii* (Ludw.) und *Cucumaria maculata* Semp., 2—4mal bei *Cucumaria koellikeri* und *Thyone chilensis* Semp.

***) z. B. bei *Pseudocucumis africana* (Semp.) und *intercedens* Lamp., *Thyone buccalis* Stimps., *Orcula hypsipyrga* v. Marenz., *Holothuria martensii* und *flavo-maculata* Semp.

†) Bei fast allen Aspidochiroten. Dendrochiroten und manchen Molpadiiden.

††) z. B. bei *Orcula tenera* Ludw., *cucumiformis* Semp., *Pseudocucumis africana* (Semp.), *Thyone* (?) *sluiteri* Lamp.

peruanus Semp. Viel häufiger aber rückt die Geschlechtsbasis weiter nach hinten, sodass sie sich bei den meisten Aspidochiroten am Anfange des zweiten Körperviertels oder -drittels, bei den meisten Dendrochiroten am Anfange des zweiten Körperdrittels oder der zweiten Körperhälfte befindet. Bei den Dendrochiroten entspricht diese Stelle im Allgemeinen der Gegend, in welcher sich die Rückziehmuskeln an die Körperwand ansetzen. Bei den Aspidochiroten verschiebt sich die Geschlechtsbasis nur selten bis hinter die Körpermitte, so bei *Holothuria vagabunda* Sel., *coluber* Semp., *impatiens* (Forsk.), *caesarea* Ludw. und sogar bis zur hinteren Grenze des zweiten Körperdrittels bei *Mülleria excellens* Ludw.

Die Grösse (Länge) der Genitalschläuche ist noch viel abhängiger vom Alter und Reifezustand als das hinsichtlich der Form galt. Auf der vollen Höhe ihrer Entwicklung erreichen sie bei sehr vielen Arten nicht nur die Körperlänge, sondern übertreffen sie um ein Erhebliches; man findet dann oft die ganze Leibeshöhle von den hin und her gewundenen Genitalschläuchen angefüllt. Ihre Farbe ist theils durch gefärbte Elemente in ihrer Wandung (vergl. S. 191), theils und in den meisten Fällen vorwiegend durch die durchscheinende Farbe der Geschlechtsprodukte bedingt; in Folge dessen kann man bei sehr vielen Arten wenigstens zur Fortpflanzungszeit die Männchen an der weisslicheren oder ganz weissen Farbe ihrer Geschlechtsschläuche von den Weibchen unterscheiden. Bei *Holothuria tubulosa* z. B. sind die weiblichen Genitalschläuche rosenroth, die männlichen weiss. Ohne zwischen den beiden Geschlechtern besonders zu unterscheiden, wird namentlich von den Genitalschläuchen der Dendrochiroten eine lebhafte, gelbe, rothe bis violette oder braune Färbung vielfach erwähnt; gelb sind z. B. die Genitalschläuche bei *Cucumaria planci* (Br.), *versicolor* Semp., *Colochirus minutus* Ludw., roth bei *Colochirus tuberculosus* (Quoy u. Gaim.) und *Psolus complanatus* Semp., violett oder braun bei *Phyllophorus urna* Grube, braun bei *Colochirus doliolum* (Pallas).

Geschlechtsdifferenzen gelangen bei einzelnen Arten nicht nur in der Farbe, sondern auch in der verschiedenen Form der Genitalschläche zum Ausdruck, wie zuerst durch Semper (238), später auch durch Théel (266) und Danielssen und Koren (50) bekannt geworden ist. Häufig beschränkt sich dieser Unterschied darauf, dass zur Zeit der Geschlechtsreife die weiblichen Genitalschläuche dicker sind als die männlichen, z. B. bei *Holothuria gracilis* Semp., manchmal sind sie zugleich länger, z. B. bei *erinaceus* Semp. und *marmorata* (Jäg.) oder kürzer, z. B. bei *Kolga hyalina* Dan. u. Kor. In anderen Fällen sind die weiblichen Schläuche weniger zahlreich, z. B. bei *Oneirophanta mutabilis* Théel oder sie bleiben einfach oder doch weniger reich verästelt als die männlichen, z. B. bei *Colochirus quadrangularis* (Less.), *Elpidia glacialis* Théel und mehreren *Benthodytes*-Arten.

Aeussere Geschlechtsdifferenzen scheinen in der Regel nicht vorhanden zu sein. Nur da, wo nur dem männlichen Thiere eine Genitalpapille (s. S. 185) zukommt, wie bei *Thyone aurantiaca* (Costa), *Cucumaria*

laevigata (Verrill) und *elongata* Düb. u. Kor. oder wo das weibliche Thier sich durch eine eigenartige Brutpflege auszeichnet, wie bei *Cucumaria crocea* (Less.) und einigen anderen Arten, gelingt es schon äusserlich, die beiden Geschlechter von einander zu unterscheiden. Gewöhnlich aber muss man die mikroskopische Untersuchung des Baues und Inhaltes der Genitalschläuche zu Hülfe nehmen um über das Geschlecht einer vorliegenden Seewalze entscheiden zu können.

3. Mikroskopischer Bau der Geschlechtsorgane.

a. Die Genitalschläuche. Histologisch bestehen die Genitalschläuche von aussen nach innen aus einem äusseren Epithel, einer Muskelschicht, einer Bindegewebsschicht und einem inneren Epithel. Das äussere Epithel stellt im Allgemeinen eine Fortsetzung des Cölomepithels dar, welches sich vom dorsalen Mesenterium auf die Genitalschläuche hinüberzieht. Nach Quatrefages (210), Leydig (142), J. Müller (183), Semper (238), Danielssen und Koren (50), Vogt und Yung (284) ist dasselbe bewimpert. Seine Zellen verhalten sich in ihrer Form bei den verschiedenen Arten verschieden, scheinen aber auch bei derselben Art bei jungen Genitalschläuchen anders gestaltet zu sein als bei reifen. Bei *Synapta digitata* (Mont.) z. B. sind sie nach Hamann (93) platt; ebenso fand derselbe Forscher (91) sie an dem Stiele der Genitalschläuche bei *Cucumaria*; bei jungen Genitalschläuchen der *Holothuria tubulosa* (Gmel.) beschreibt er sie als kubisch, dagegen an den reifen Schläuchen derselben Art (93) als spindelförmig. Jourdan (114) dagegen nennt sie auch bei der geschlechtsreifen *Holothuria tubulosa* platt und fand hier, wie bei anderen von ihm untersuchten *Holothuria*-Arten, zwischen sie eingestreut einzelne Schleimzellen. Nach Hamann (93) beanspruchen die Zellen des äusseren Epithels bei *Holothuria tubulosa* dadurch ein besonderes Interesse, dass sie als Epithelmuskelzellen die Fasern der nachher zu besprechenden Längsmuskellage abgeben. Wieder anders verhalten sie sich bei manchen Dendrochiroten, indem sie bei den darauf untersuchten mittelmeerischen *Cucumaria*- und *Phyllophorus*-Arten auffallend hoch werden und demnach bald als pallisadenförmig (Hamann 91), bald als keulen- oder cylinderförmig (Jourdan 114) bezeichnet werden. Jourdan hält diese hohen Zellen für mächtig entwickelte Schleimzellen, welche das eigentliche Epithel entweder ganz verdrängt haben oder aus einer Umformung desselben hervorgegangen sind. In ihrer Form sollen sie bei den männlichen Thieren mehr keulen-, bei den weiblichen Thieren mehr cylinderförmig sein. Die Inhaltskügelchen, mit welchen sie ähnlich wie die Schleimzellen anderer Organe erfüllt sind, fand Jourdan bei *Cucumaria planci* (Br.) und *tergestina* Sars hell, bei *Phyllophorus urna* Grube, dagegen braun.

Bei *Trochostoma thomsonii* soll sich nach Danielssen und Koren (50) zwischen das äussere Epithel und die folgende Muskelschicht noch eine sehr dünne Bindegewebslage einschieben, von welcher indessen die übrigen vorhin erwähnten Forscher bei den von ihnen untersuchten Arten nichts bemerkt zu haben scheinen.

Ueber die Muskelschicht lauten die Angaben der einzelnen Forscher sehr verschieden. Quatrefages (210), welcher derselben zuerst erwähnt, lässt sie bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) aus äusseren Ring- und inneren Längsfasern gebildet sein; die Ringfasern sind nach ihm nur schwach entwickelt und fehlen den jungen Genitalschläuchen noch vollständig, bei denen auch die Längsfasern spärlicher sind als bei den reiferen Schläuchen. Baur (10) bemerkte bei *Synapta digitata* (Mont.) ebenfalls Ring- und Längsmuskelfasern ohne sich indessen über deren relative Lage zu äussern. Semper (238) dagegen spricht allen von ihm untersuchten Arten nur eine Ringmuskellage zu und das Gleiche behauptet Théel (266) für die Elasipoden (*Laetmogone wyville-thomsonii* und *Oneirophanta mutabilis*). Teuscher (261) gibt bei *Holothuria tubulosa* innere Längs- und äussere Ringfasern*) an, stimmt also mit dem Befunde von Quatrefages überein, während Jourdan (114) in Uebereinstimmung mit Semper's Angabe sowohl bei *Holothuria tubulosa* als auch bei *Cucumaria* und *Phyllophorus* nur von Ringfasern spricht. Wiederum anders stellen sich die Ergebnisse dar, zu welchen Hamann gelangte. Während er (91) bei der von ihm als *Cucumaria cucumis* bezeichneten Art nur eine Längsmuskellage erwähnt, konnte er (93) bei *Holothuria tubulosa* und *Synapta digitata* eine Ring- und eine Längsfaserlage unterscheiden, jedoch in umgekehrter Reihenfolge wie Quatrefages und Teuscher, also die Ringfasern nach innen von den Längsfasern; in einer seiner auf *Synapta digitata* bezüglichen Abbildungen**) aber liegen die Längsfasern, im Widerspruch zu seiner durch eine andere Abbildung***) unterstützten Beschreibung und im Einklang mit Quatrefages, nach innen von den Ringfasern. Dieselbe Reihenfolge einer Längs- und Ringfaserlage, welche Hamann angibt, fanden Vogt und Yung (284) auch bei *Cucumaria planci*.

Auf die dünne Muskelschicht folgt die durchgängig kräftiger entwickelte Bindegewebsschicht, welche nach Jourdan (114) bei *Holothuria tubulosa* zahlreiche längsverlaufende Fasern erkennen lässt, bei anderen Arten aber nach Semper einen mehr hyalinen Charakter trägt; ausser spindel- und sternförmigen verästelten Bindegewebszellen finden sich Wanderzellen in ihr; an beiden Zellformen konnte Semper amöboide Bewegungen beobachten. Derselbe Forscher bemerkte auch, dass die Bindegewebsschicht bei den Dendrochiroten oft Träger von gelben oder

*) Die Ringmuskelfasern dieser Art sind zuerst von Leydig (143) bemerkt worden.
**) 93, Taf. IV, Fig. 55.
***) 93. Taf. IV, Fig. 50.

rothen Fettzellen ist, welche zu der früher erwähnten Färbung der Genitalschläuche beitragen. Bei den Aspidochiroten entdeckte er ferner blutführende Lacunen in ihr, deren Vorkommen Hamann (91 u. 93) für *Cucumaria cucumis* und *Holothuria tubulosa*, Vogt und Yung (284) für *Cucumaria planci* bestätigten. Bei Betrachtung des Blutgefässsystemes werden wir auf diese Lacunen zurückkommen müssen. Endlich treten in der Bindegewebsschicht nicht selten Kalkkörperchen auf, welche nach Semper vorzugsweise der innersten Lage derselben angehören. Schon Jäger (110) bildete dieselben von seiner *Mülleria echinites* ab; Semper erwähnt sie besonders von seiner *Thyone pedata*, seinem *Stichopus variegatus* und von *Rhopalodina lageniformis* Gray*); bei letztgenannter Art konnte ich (161c) ihr Vorkommen bestätigen und sie auch bei *Chiridota rotifera* (Pourt.) (153) und *Haplodactyla hyaloeides* Sluit. (156) nachweisen; auch den Elasipoden fehlen sie nach Théel (266) nicht und häufen sich manchmal, z. B. bei *Deima fastosum* Théel, in solcher Menge an, dass die Genitalschläuche ganz starr davon werden. — Am Stiele der Genitalschläuche ist die ganze Bindegewebsschicht oft viel mächtiger entwickelt als im übrigen Bereiche der Schläuche, so z. B. bei *Holothuria vagabunda* Sel. nach Semper und *Cucumaria cucumis* nach Hamann (91); doch kommt auch das Umgekehrte, eine Verdünnung der Bindegewebsschicht an dieser Stelle vor, z. B. bei *Cucumaria canescens* Semp. nach Semper.

Das innere Epithel stellt den Bildungsheerd der Eier und Samenzellen dar. Wir sehen deshalb hier von einer näheren Betrachtung desselben ab um eine solche erst im nächsten Abschnitte (s. S. 193) mit der Schilderung der Geschlechtsprodukte und ihrer Entstehung verbinden zu können.

b. **Der Genitalgang** ist in seinem feineren Baue bis jetzt nur bei wenigen Formen Gegenstand der Untersuchung gewesen. Danielssen und Koren (50) fanden seine Wandung bei ihrem *Trochostoma thomsonii* aus denselben Schichten zusammengesetzt wie die Genitalschläuche, mit dem einzigen Unterschiede, dass das Innenepithel aus bewimperten Cylinderzellen besteht. Während demnach bei dieser Art auch der Genitalgang eine Muskelschicht besitzt, hebt Hamann (93) bei *Synapta digitata* gerade den Mangel einer solchen hervor und scheint (91) auch bei *Cucumaria cucumis* dieselbe Beobachtung gemacht zu haben. Bei dieser *Cucumaria* erhebt sich die Bindegewebsschicht des Genitalganges zur Bildung von inneren Falten, welche sich nach hinten in die Geschlechtsbasis fortsetzen. Das äusserste Endstück des Genitalganges soll nach Selenka (229) bei den Dendrochiroten einen kleinen Schliessmuskel besitzen.

*) Lampert gibt in einer soeben erschienenen (S. 170 angeführten) Abhandlung Kalkkörper in den Genitalschläuchen an bei *Colochirus quadrangularis* (Less.), *C. dispar* Lamp. und *Thyone* (?) *sargassi* Lamp.

c. **Die Genitalpapille**, welche im Allgemeinen den Bau der Körperhaut besitzt, von der sie ja nur eine Erhebung darstellt, ist bei *Thyone fusus* (O. F. Müll.) von v. Marenzeller (164) näher untersucht worden. Als äusserste Schicht derselben nennt er eine „Cuticula" und meint damit wohl den ganzen Epidermisüberzug, da er unmittelbar unter ihr eine Bindegewebsschicht angibt, welche offenbar den Cutisbestandtheil der Papille repräsentirt. Weiter nach innen folgt eine Lage von Längsmuskelfasern, welche den Innenraum der Papille „unmittelbar umschliessen" sollen; neue Untersuchungen werden aber sicherlich zwischen dieser Muskellage und dem Innenraum noch ein inneres Epithel nachweisen; auch bleibt aufzuklären, ob die Muskellage eine Abgliederung der Muskulatur der Körperwand oder eine Fortsetzung einer etwa vorhandenen Muskelschicht des Genitalganges oder eine Bildung eigener Art ist. Sonstige Angaben über den Bau der Genitalpapille besitzen wir nur noch von Théel (266), welcher an der Basis derselben bei *Laetmogone wyville-thomsoni* drei Bindegewebsschichten übereinander unterscheiden konnte. Die äusserste derselben ist eine Fortsetzung der Lederhaut; die innerste zeichnet sich durch eine gelbe Färbung aus, während die mittlere sich durch ihre Derbheit und den Einschluss von Muskelfasern kennzeichnet; auch soll die mittlere Schicht einige kleine Hohlräume aufweisen, in denen ich Blutlacunen zu vermuthen wage. Sollte sich diese Vermuthung bestätigen, so würde man in der Mittelschicht ein erektiles Gewebe vor sich haben, dessen Auftreten wohl mit der Funktion der Papille in Zusammenhang stünde. — Bei *Ilyodaemon maculatus* ist die Wand der Genitalpapille nach Théel mit Kalkkörperchen ausgestattet.

4. Die Geschlechtsprodukte und deren Entstehung.

a. **Die Samenkörperchen** (Spermatosomen) wurden zuerst von R. Wagner*) bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) als lebhaft bewegliche Gebilde beschrieben, welche an einem ganz runden Körper einen feinen Schwanzanhang tragen und den Samenthierchen der Knochenfische ähnlich sehen. In Uebereinstimmung mit dieser Angabe fanden auch alle späteren Beobachter die Samenzellen der Seewalzen von stecknadelförmiger Gestalt, so Quatrefages (210) bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.), Leydig (142), Baur (10) und Hamann (93) bei *Synapta digitata* (Mont.), Semper (238) bei *Anapta gracilis, Chiridota incongrua* und *Holothuria edulis* Semp., Danielssen und Koren (50) bei *Trochostoma thomsonii* Dan. u. Kor., Jourdan (114) und Vogt und Yung (284) bei *Holothuria tubulosa* (X, 11) und *Cucumaria planci* (Br.). Im frischen lebenden Zustande hat das Köpfchen des Samenkörperchens eine kugelrunde Form und ein hyalines,

*) Vergl. auch desselben Autors *Icones zootomicae*. Leipzig 1841. Taf. 32, Fig. 13.

homogenes Aussehen; der zarte, feine Schwanzfaden übertrifft bei *Holothuria tubulosa* die Länge des Köpfchens um das 10- bis 13fache. Die Gesammtlänge der Samenkörperchen schwankt je nach den Arten in ziemlich erheblichem Maasse; während sie z. B. bei *Synapta inhaerens* nur 13 μ betragen soll, steigt sie bei *Holothuria edulis* auf 26, bei *Chiridota incongrua* auf 43 und endlich bei *Holothuria tubulosa* auf 80 μ. Sofort nach dem Tode der Samenkörperchen sah Jourdan an der Ansatzstelle des Schwanzfadens eine hyaline Cupula sich von dem nunmehr feingranulirt aussehenden Protoplasma des Köpfchens abgrenzen; auch bemerkte er, dass nach Behandlung mit Osmiumsäure u. s. w. die bisher kugelige Form des Köpfchens in eine mehr herzförmige übergeht und im Innern desselben ein glänzendes Körperchen sichtbar wird.

b. **Die Entstehung der Samenkörperchen bei getrenntgeschlechtlichen Holothurien** bedarf noch der Aufklärung. Das Wenige, was wir darüber wissen, beschränkt sich, abgesehen von einigen fragmentarischen Notizen bei Semper (238), Danielssen und Koren (50) und Vogt und Yung (284), auf die Beobachtungen, welche Jourdan (114) bei *Holothuria tubulosa* angestellt hat, jedoch ohne dass es ihm gelungen wäre, zu einem befriedigenden Einblicke vorzudringen. Nach ihm besteht das Innenepithel der Hodenschläuche aus mehreren*) Zellschichten (X, 12), welche von der Tiefe nach der Oberfläche des Epithels in fortschreitender Umbildung zu Samenkörperchen begriffen sind. Er ist der Meinung, dass die anfänglich feingranulirten und mit grossem Kern ausgestatteten Zellen (Spermatoblasten) sich zunächst in Zellen umwandeln, welche sich durch immer zahlreicher werdende glänzende Inhaltskügelchen (aus denen vielleicht die Köpfchen der späteren Samenkörperchen werden) auszeichnen; aus dieser zweiten Zellenform sollen dann auf noch nicht näher bekanntem Wege die Spermatosomen sich bilden. Vogt und Yung dagegen lassen die Samenkörperchen der *Cucumaria planci* auf viel direkterem Wege aus dem Binnenepithel der Hodenschläuche hervorgehen; dieses Epithel bestehe aus „zusammenfliessenden Zellen mit zahlreichen Kernen, aus welchen die Köpfchen der Samenthierchen mit langem fadenförmigen Schwanz entstehen“.

c. **Die Eier** erfuhren ebenfalls ihre erste genauere Untersuchung durch R. Wagner (285), der bei *Holothuria tubulosa* sowohl Keimbläschen und Keimfleck als auch eine dicke, radiär gestreifte Hülle an denselben feststellte**). Seitdem sind sie zwar vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen, indessen nur bei einer kleinen Anzahl von Arten. Im Grossen und Ganzen stellte sich dabei eine durchgreifende Uebereinstimmung mit

---

*) Semper (238, S. 146) dagegen hebt hervor, dass das Epithel wenigstens ursprünglich ein einfaches sei. In diesem Sinne sprechen auch die Beobachtungen Hamann's (94) an einem jungen Genitalschlauch der *Holothuria tubulosa;* leider ist unsicher, ob es sich dabei um einen jungen Hoden- oder um einen jungen Ovarial-Schlauch handelt.

**) Vergl. auch die erste Abbildung eines Holothurien-Eies in desselben Verfassers *Icones zootomicae.* 1841. Taf. 32, Fig. 12.

dem Befunde Wagner's heraus. — Die Form der Eier scheint ausnahmslos die einer regelmässigen Kugel zu sein. Ihre Grösse beträgt bei *Holothuria tubulosa* annähernd 0,1 mm, ist jedoch bei anderen Arten, z. B. *Synapta digitata* (Mont.), *Chiridota venusta* Sem., namentlich aber bei manchen Dendrochiroten, z. B. *Cucumaria planci* (Br.), *Colochirus tuberculosus* (Quoy u. Gaim.), *Psolus complanatus* Semp., *Echinocucumis adversaria* Semp. bedeutender und steigert sich sogar bei der durch ihre eigenthümliche Brutpflege ausgezeichneten *Cucumaria crocea* (Less.) bis auf 0,7 mm. Die Farbe der mehr oder weniger undurchsichtigen Eier ist bedingt durch gefärbte, gleichmässig vertheilte Dotterelemente (Deutoplasma) und wechselt je nach den Arten in sehr verschiedenen Tönen; bräunlich sind sie z. B. bei *Mülleria agassizii* Sel.*), gelblich bei manchen *Synapta-*, *Holothuria-* und *Cucumaria*-Arten, grün bis grüngelb bei *Thyone fusus* (nach Dalyell 48) und bei *Cucumaria kirchsbergii* Hell. (nach Kowalevsky 121**), ins Violette ziehend bei *Holothuria tubulosa* (nach Wagner***), ziegelroth bei *Holothuria tremula* (nach Danielssen und Koren 220). Die äussere, glashelle Hülle scheint fast niemals zu fehlen und meistens eine radiäre Streifung oder einen Zerfall in radiär gestellte Fasern erkennen zu lassen (X, 13). Nach innen von der Hülle kommt oft noch eine dünne, dem Dotter unmittelbar aufliegende und deshalb Dotterhaut genannte Membran zur Sonderung. An einer Stelle ist die Hülle sammt der Dotterhaut von einem nach aussen etwas verengten Micropylkanal (X, 13) durchbohrt, welcher von R. Wagner zuerst bemerkt, von J. Müller näher beschrieben und von Leydig, Leuckart, Kölliker und allen späteren Forschern bestätigt wurde†).

d. **Die Entstehung der Eier bei den getrenntgeschlechtlichen Holothurien** erfolgt nach den übereinstimmenden Angaben aller Beobachter durch allmähliche Grössenzunahme einzelner Zellen des Innenepithels der weiblichen Genitalschläuche unter gleichzeitiger Bildung eines in das Innere des Genitalschlauches ragenden Eifollikels. Im Einzelnen ist der Vorgang nach Semper (238) der folgende. Unter den anfänglich gleichen Epithelzellen des Ovarialschlauches vergrössern sich einzelne und geben sich schon dadurch als die zukünftigen Eier zu erkennen. Bei ihrem weiteren Wachsthum erhebt sich die junge Eizelle über die innere Oberfläche des Epithels und treibt dabei eine Anzahl der ihr zunächst benachbarten Epithelzellen vor sich her. So entsteht eine kleinere Follikel, dessen Inhalt von der jungen Eizelle und dessen Wand von einer einschichtigen Epithellage (Follikelepithel) gebildet ist. Weiterhin schnürt sich der Follikel an seiner Basis immer mehr von dem Innen-

*) Nach Edwards in John Hopkins University Circulars. Vol. VIII. No. 70. 1889. pag. 37.

**) Bei Kowalevsky heisst diese Art *Psolinus brevis*, vergl. Ludwig 160, S. 12.

***) *Icones zootomicae*. 1841.

†) Vergl. meine Schrift: Ueber die Eibildung im Thierreiche. Würzburg 1874. S. 14. Bei *Synapta recta* vermisste Semper (238) einen Mikropylkanal.

epithel des Ovarialschlauches ab, sodass er schliesslich nur noch durch einen dünnen Stiel damit in Zusammenhang bleibt. An einer dem Stiel ziemlich genau gegenüberliegenden Stelle, also am Scheitel des Follikels, besteht eine engere Verbindung der Eizelle mit dem Follikelepithel, und diese Stelle ist es, an welcher der Mikropylkanal des Eies zur Ausbildung gelangt. Die Follikelepithelzellen verschmelzen nach und nach zu einer das Ei umhüllenden Kapsel, in welcher schliesslich nur noch ihre Kerne sichtbar bleiben. Alsdann erst beginnt zwischen der Kapsel und der Eizelle die Abscheidung der Hüllsubstanz des Eies und der Dotterhaut, welche nur an jenem Scheitelpunkte des Eies unterbleibt (X, 13). Ob dabei Hülle und Dotterhaut von der Eizelle oder den Follikelepithelzellen abgesondert werden, bedarf noch der genaueren Feststellung. Haben schliesslich die Eier ihre volle Grösse erreicht, so gelangen sie unter Verlust ihrer Kapselwand frei in das Lumen der Ovarialschläuche und von hier aus durch den Genitalgang nach aussen. Mit dieser nach Semper gegebenen Darstellung der Eibildung stehen alle späteren Beobachtungen im Einklange; so diejenigen von Teuscher (261) und Jourdan (114) an *Holothuria tubulosa*, Danielssen und Koren (50) an *Trochostoma thomsonii*, Théel (266) an *Oneirophanta mutabilis* und ganz besonders diejenigen von Hamann (93) an *Holothuria tubulosa* *); nur das eine wesentliche Neue wurde durch den letztgenannten Forscher hinzugefügt, dass der Mikropylkanal auch die Follikelwand durchsetze und an seinem Aussenende ein kleines rundliches, protoplasmatisches Anhängsel trage, welches durch einen den Mikropylkanal durchsetzenden Strang mit dem Dotter zusammenhänge und beim Platzen des Follikels verloren gehe.

Bei den meisten Arten scheint die Bildung von Eiern an jeder Stelle des Innenepithels der Ovarialschläuche vor sich gehen zu können. Nur von *Stichopus variegatus* berichtet Semper (238, S. 145), dass das Innenepithel zwei einander gegenüberliegende bewimperte Längsfurchen bilde, in deren Bereiche keine Eibildung stattfinde; es beschränke sich dieselbe vielmehr auf die breiten Zwischenräume der Furchen; in den feinsten Endästchen der Geschlechtsschläuche fehlen die Wimperfurchen, sodass hier wieder das ganze Innenepithel sich an der Eibildung betheiligen kann.

e. Die Entstehung der Geschlechtsprodukte bei zwitterigen Synaptiden ist mehrfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Nach Quatrefages (210) wird bei *Synapta inhaerens* die Achse der Genitalschläuche von den jungen und reifen Eiern eingenommen, während die Samenkörperchen in zapfenförmigen Warzen entstehen, die in grosser Zahl und dichtgedrängter Anordnung von der Wandung der Schläuche nach innen in die achsenständige Eibildungsmasse vorspringen und durch feine innere

*) Hamann's Darstellung von der Eibildung der *Holothuria tubulosa* ist übrigens ein Muster der sonderbaren Methode, bekannte Dinge so vorzubringen, dass man zwar die früheren Forscher citirt, aber trotzdem bei dem nicht ganz genau orientirten Leser den Eindruck erweckt, als habe er eine ganz neue Bereicherung unserer Kenntnisse vor sich.

Scheidewände in Kammern zerlegt sind. Diesen zapfenförmigen Warzen entsprechen bei *Synapta digitata* nach Leydig (142) vier gekräuselte Längsstreifen, welche in den Innenraum der Genitalschläuche vorspringen; der Innenraum wird aber nach ihm nicht von einer Eibildungsmasse ausgefüllt, sondern die Eier entstehen von der Wandung her und sind wahrscheinlich anfänglich zu ähnlichen gekräuselten Längsreihen angeordnet wie die samenbildenden Streifen. Dem gegenüber glaubte Baur (10), sich, ebenfalls bei *Synapta digitata*, überzeugt zu haben, dass eine viel innigere Beziehung der ei- und samenbildenden Theile vorhanden sei, so nämlich, dass die ins Innere vorspringenden warzigen Längswülste (deren Zahl er im Gegensatze zu Leydig auf fünf angibt) zugleich Samen und Eier hervorbrächten. Er stimmt mit Quatrefages zwar darin überein, dass der Inhalt der Warzen gekammert sei, findet aber in diesen Kammern keine Samenkörperchen, sondern je ein junges Ei; dagegen werde die Oberfläche der Warzen, wie überhaupt das ganze Innere der Genitalschläuche, von einem samenbildenden, kleinzelligen Epithel überkleidet. In ähnlicher Weise stellen sich die Ergebnisse dar, zu welchen Hamann (93) an derselben Art gelangte. Er behauptet mit Unrecht, dass Baur's Angaben, verglichen mit denen von Quatrefages und Leydig, einen Rückschritt bedeuten; denn was er selbst an Beobachtungen vorbringt, ist in der Hauptsache eine Bestätigung Baur's. Wie dieser, so findet auch Hamann, dass die Samenkörperchen nicht im Innern der ihrer Zahl nach wechselnden warzigen Längsstreifen, sondern frei auf der inneren Oberfläche der Genitalschläuche aus dem Innenepithel derselben entstehen. Dieses Epithel ist anfänglich einschichtig und aus verhältnissmässig grossen Zellen gebildet, wird aber später kleinzelliger und vielschichtig und liefert durch Theilungsvorgänge seiner Zellen die Samenkörperchen. Weiterhin ist Hamann der Ansicht, dass andere Zellen des Innenepithels sich vergrössern, in das nach aussen von dem Epithel befindliche Bindegewebe einwandern*) und hier zu Eiern heranwachsen. Hier liegen sie bald zwischen (nach Hamann's Text), bald auch (nach seiner Fig. 54) in den warzigen Längsstreifen, haben also im letzteren Falle die schon von Baur angegebene Lagerung. Was Quatrefages und Baur als Kammerscheidewände in den Warzen beschrieben, sind offenbar dieselben Bindegewebszellen und -fasern, durch welche nach Hamann die Eier bis zu ihrer Reife in der Bindesubstanz festgehalten werden. Eine Follikelbildung um die einzelnen Eizellen kommt demnach bei *Synapta digitata* nicht vor und die Ablösung der erwachsenen Eier kann nur durch eine Zerreissung des inneren samenbildenden Epithels der Genitalschläuche von statten gehen.

*) Ohne dieses sehr wahrscheinliche Wandern der jungen Eizellen irgendwie bezweifeln zu wollen, beneide ich die Sicherheit, mit der Hamann es fertig bringt, „an Schnitten gut zu sehen, dass sie sich auf amöboide Weise bewegen“. (93, S. 60.)



Bei tropischen Zwitter-Synapten *(Synapta recta* und *beselii)* entstehen nach Semper (238) die Samenkörperchen nicht aus dem Innenepithel, sondern aus dem Epithelbelag besonderer Samenblasen, welche selbst, ebenso wie die Eier, zwischen dem Innenepithel und der Bindegewebsschicht der Genitalschläuche liegen; möglich, dass diese Samenblasen durch eine Abschnürung von dem ursprünglichen Innenepithel der Schläuche entstanden sind. Semper ist geneigt, ausser den Samenkörperchen auch die jungen Eizellen von dem Epithel der Samenblasen abzuleiten.

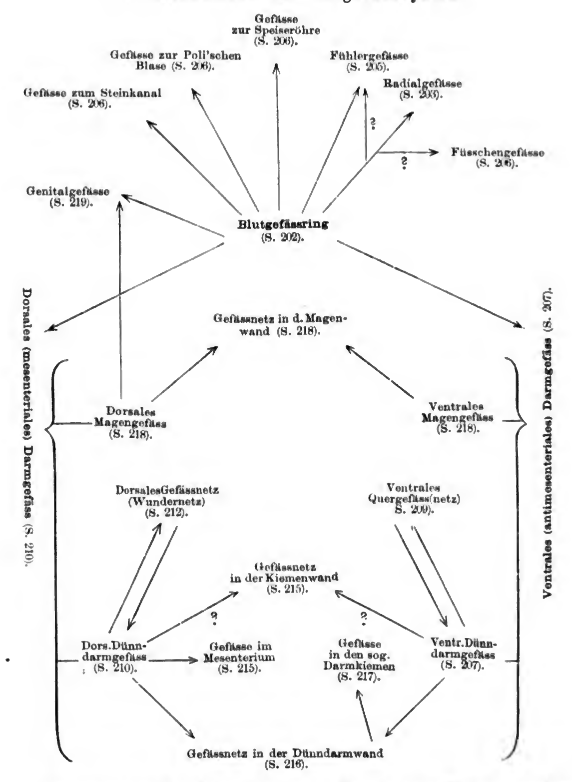
XII. Blutgefässsystem.

Die ältesten Beobachtungen über das Blutgefässsystem rühren von Bohadsch (30) her, welcher am Darme der *Holothuria tubulosa* (Gmel.) einen Theil der Darmgefässe und ihrer Verästelungen kurz beschrieb, auch eine sehr mangelhafte Abbildung derselben gab, sich aber jeder Vermuthung über die Bedeutung der von ihm gesehenen „grünlichen“ und „rothbraunen“ Gefässe enthielt. Auch Cuvier's (46) Bemühungen, tiefer in die anatomischen und physiologischen Verhältnisse dieses Organsystemes (bei derselben Holothurienart) einzudringen, waren von keinem befriedigenden Erfolge begleitet. Erst Tiedemann (273) blieb es vorbehalten eine grundlegende Darstellung des Blutgefässsystemes der *Holothuria tubulosa* zu geben, welche allen späteren Forschern einerseits zum Ausgangspunkte gedient hat, anderseits von denselben in allen wesentlichen Theilen bestätigt und erweitert wurde. Quatrefages (210) vermochte zwar bei *Synapta inhaerens* keine Spur der von Tiedemann beschriebenen Darmgefässe aufzufinden, sodass es eine Zeit lang scheinen konnte, als wenn nur ein Theil der Seewalzen mit Blutgefässen ausgerüstet sei. Nachdem aber durch Joh. Müller (183—185) und Leydig (142) gezeigt worden war, dass auch die Synaptiden im Besitze eines wenn auch vereinfachten Blutgefässsystemes sind, bezeichnete Selenka (229) mit vollem Rechte die Ausbildung dieses Organsystemes als eine allgemeine Eigenschaft der Holothurien überhaupt. Zur näheren Kenntniss der Blutbahnen hat dann in ganz hervorragendem Maasse Semper (238) durch seine Untersuchungen an tropischen Arten beigetragen und ihm haben sich neuerdings insbesondere Hamann (91—93) für die mittelmeerischen Arten, Danielssen und Koren (50) und Théel (263 u. 266) für die Elasipoden angereiht*).

*) Die Blutgefässe mit Théel als Pseudhämalgefässe zu bezeichnen, scheint mir weder nöthig noch praktisch. Um Missverständnisse zu vermeiden, möchte ich aber schon an dieser Stelle darauf aufmerksam machen, dass ich mit dem Namen Pseudohämalkanäle gewisse in den Radien vorkommende Räume bezeichne, welche mir Ausläufer der Leibeshöhle zu sein scheinen, also von dem, was Théel „Pseudhämalgefässe“ nennt, wesentlich verschieden sind (s. S. 204 und den Abschnitt 1 des Kapitels Leibeshöhle).

Hinsichtlich ihrer Anordnnng, Verbindung, Verästelung u. s. w. verhalten sich die Blutgefässe im Einzelnen zwar sehr ungleich, je nach Familie, Gattung und Art, und lassen auch manche individuelle Abweichung erkennen; überblickt man aber alles bis jetzt darüber Bekannte, so springen doch sehr bald eine Reihe gemeinschaftlicher Züge ins Auge, welche es ermöglichen das folgende Gesammtbild zu entwerfen. Unmittelbar hinter dem Ringkanale des Wassergefässsystemes ist die Speiseröhre von einem Blutgefässringe umgeben, von welchem sowohl Gefässe zu den Radial- und Fühlerkanälen des Wassergefässsystemes, als auch zum Steinkanal und der Poli'schen Blase abgehen; ferner entsendet der Blutgefässring Zweige zur Speiseröhre und häufig auch zu den Geschlechtsorganen. Ganz besonders aber entspringen von ihm zwei grosse Gefässe, welche sich dem Darmrohre mehr oder weniger eng anlegen und dasselbe bis zum Enddarme begleiten. Das eine dieser beiden Darmgefässe verfolgt im Allgemeinen die Ansatzlinie des Mesenteriums an den Darm und wird deshalb das mesenteriale oder wegen der rückenständigen Lage, welche es am ersten Darmschenkel einnimmt, gewöhnlich das dorsale Darmgefäss genannt. Das andere verläuft an der gegenüberliegenden Seite des Darmrohres und kann als das antimesenteriale oder ventrale Darmgefäss bezeichnet werden. Beide Darmgefässe stehen durch ein in der Wandung des Darmrohres befindliches Gefässnetz miteinander in Zusammenhang. Der auf den Magen entfallende Abschnitt der beiden Darmgefässe und ihres Verbindungsnetzes setzt sich oft deutlich von dem den Dünndarm versorgenden Abschnitt ab, sodass man alsdann ein ventrales und ein dorsales Magengefäss und ein Gefässnetz in der Magenwand von dem ventralen und dem dorsalen Dünndarmgefäss und dem Gefässnetz in der Dünndarmwand unterscheiden kann. Falls die zu den Geschlechtsorganen ziehenden Blutgefässe nicht unmittelbar vom Blutgefässringe herkommen, zweigen sie sich von dem dorsalen Magengefäss ab, und treten Gefässe in den Mesenterien auf, so sind sie in der Regel Zweige des dorsalen Dünndarmgefässes. Das ventrale Dünndarmgefäss des ersten Darmschenkels bildet in den allermeisten Fällen mit dem des zweiten Darmschenkels durch ein einfaches oder mehrfaches ventrales Quergefäss eine einfache oder mehrfache Anastomose. In ähnlicher, aber oft viel verwickelterer Weise kann sich auch das dorsale Dünndarmgefäss des ersten Darmschenkels mit dem des zweiten in Verbindung setzen durch ein freies Gefässnetz, welches wir im Gegensatze zu dem ventralen Quergefäss (bez. Quergefässnetz) als das dorsale Gefässnetz bezeichnen wollen. In der folgenden Tabelle habe ich versucht die gegenseitigen Beziehungen und den Zusammenhang aller einzelnen Abschnitte des Blutgefässsystemes übersichtlich darzulegen. Zur Erläuterung der Tabelle ist zu bemerken, dass keineswegs alle hier aufgeführten Gefässe bei allen Seewalzen vorkommen; das Nähere darüber ergibt sich aus den folgenden Blättern, auf welche in der Tabelle durch Angabe der Seitenzahlen verwiesen ist.

Uebersicht über das Blutgefässsystem.



Der genaueren Schilderung der in der Tabelle aufgeführten einzelnen Theile des Blutgefässsystemes empfiehlt es sich einen ersten Abschnitt vorauszuschicken, welcher einige allgemeine Eigenthümlichkeiten im Baue der Blutgefässe behandelt. In den dann folgenden Abschnitten werden der Reihe nach besprochen: 2) der Blutgefässring; 3) die Blutgefässe zu den Radialkanälen des Wassergefässsystemes, die wir kurz die Radialgefässe nennen wollen; 4) die zu den Fühlern und Füsschen

gehenden Fühler- und Füsschengefässe, sowie die Gefässe zum Steinkanal, zur Poli'schen Blase und zur Speiseröhre; 5) das ventrale Dünndarmgefäss und sein Quergefäss; 6) das dorsale Dünndarmgefäss und das davon ausgehende dorsale Gefässnetz (sog. Wundernetz); 7) das Gefässnetz in der Wand des Dünndarmes; 8) das ventrale und das dorsale Magengefäss mit dem Gefässnetz in der Magenwand; 9) die Genitalgefässe. Daran anschliessend haben wir 10) den Inhalt des Blutgefässsystemes kennen zu lernen sowie 11) zu der Frage nach einem etwaigen Zusammenhange des Blutgefässsystemes mit dem Wassergefässsystem Stellung zu nehmen. — Ueber die Funktion, die Entwicklung und die systematische Bedeutung des Blutgefässsystemes sind die Kapitel Physiologie, Ontogonie und Systematik nachzusehen.

1. Allgemeines über den Bau der Blutgefässe.

Zwei anatomische Eigenschaften zeichnen die Blutgefässe aus, erstens ihre Neigung zu geflechtartiger Anordnung und zweitens der Mangel eines inneren Epithels.

Auf den Umstand, dass nicht nur die feinen, in der Bindegewebsschicht anderer Organe liegenden Gefässzweige Geflechte bilden, sondern auch die Hauptstämme aus sich theilenden und wieder vereinigenden Gefässen zusammengesetzt sind oder wenigstens sein können, hat zuerst Semper (238) hingewiesen. Diese Geflecht- und Netzbildung tritt uns sowohl an dem Blutringe (s. S. 203), als auch an dem ventralen und dorsalen Dünndarmgefäss, den Genitalgefässen u. s. w. entgegen und findet in der Entwicklung des sog. Wundernetzes (s. S. 210) ihren gesteigerten Ausdruck.

Ein deutliches Innenepithel scheint allen Blutgefässen zu fehlen. Semper erwähnt zwar aus den Darmgefässen tropischer Aspidochiroten ein geschichtetes, aus ziemlich kleinen Zellen gebildetes Epithel. Da er aber nichts Näheres über den Bau dieser Zellen angibt und selbst hinzufügt, jenes Epithel sei nicht überall nachweisbar, auch fehle dasselbe oder scheine zu fehlen in den Genitalgefässen und in den feinsten Gefässen des Wundernetzes*), so bleibt die Möglichkeit offen, dass jenes „geschichtete Epithel“ ein durch angehäufte Zellen der Blutflüssigkeit entstandenes Trugbild war. Schon der nächste Forscher, welcher nach Semper die Wandung der Blutgefässe studirte, Graber (72), konnte sich von dem Vorhandensein eines Innenepithels in dem dorsalen Darmgefäss der *Holothuria tubulosa* nicht überzeugen; er sah auf Schnitten nur „einen innersten gelblichen Grenzsaum, über den er nicht recht ins Klare kommen konnte“, an dem aber einzelne rundliche Zellen hervortreten. Jourdan (114) nennt die innere Auskleidung, ohne weiter auf

*) Was Teuscher (261) für *Holothuria tubulosa* bestätigte.

ihre Beschaffenheit einzugehen, ein Endothel*); Hamann aber zeigte, (91 u. 93), dass auch von einem solchen nicht die Rede sein kann. Die Innenwand der Gefässe wird nach ihm (bei *Synapta digitata*, *Holothuria tubulosa*, *Cucumaria planci* und *cucumis*) unmittelbar durch das Bindegewebe gebildet, dessen verästelte Zellen an seiner inneren Oberfläche mitunter ein Endothel vortäuschen können. Zu dem gleichen Ergebnisse führten mich Untersuchungen an dem dorsalen Dünndarmgefäss des *Stichopus japonicus* Sel. — Wenn aber Hamann aus diesem Befunde ableiten zu müssen glaubt, dass man die Blutgefässe nun nicht mehr Gefässe, sondern Lacunen oder Lücken (im Bindegewebe) nennen müsse, so wäre das doch nur dann annehmbar, falls die Worte Gefäss und Lacune herkömmlicherweise in dem Gegensatze zu einander stünden, dass mit Gefäss ein epithelführender, mit Lacune ein epithelloser Kanal bezeichnet würde. Da das aber nicht der Fall ist, so scheint mir die Bezeichnung „Lacunen“ oder „Lücken“ für die Blutbahnen der Seewalzen nicht besser und nicht schlechter als „Gefässe“; ich werde deshalb diese Ausdrücke im Folgenden als gleichbedeutend gebrauchen.

Eine weniger allgemeine Eigenschaft der Blutbahnen besteht darin, dass in ihrem Bindegewebe Kalkkörperchen auftreten. Semper erwähnt derselben bereits bei Aspidochiroten und Dendrochiroten; besonders häufig aber kommen sie nach Théel (266) bei Elasipoden vor, wo sie sich in der Wand der Darmgefässe, z. B. bei *Deima fastosum*, so anhäufen können, dass dieselbe ganz hart und brüchig wird.

2. Der Blutgefässring.

Unmittelbar hinter dem Wassergefässringe und demselben dicht anliegend entdeckte Tiedemann (273) bei *Holothuria tubulosa* einen „Gefässkranz“, mit dessen Bau und Vorkommen wir aber erst durch Semper (238) näher bekannt geworden sind. Selbst noch bei Selenka (229), der seine Untersuchungen nur kurze Zeit vor den Semper'schen veröffentlichte, wird der Blutgefässring nicht einmal erwähnt**). Semper zeigte, dass sowohl die Aspidochiroten als auch die Dendrochiroten denselben besitzen. Wegen des krausenförmigen Aussehens, welches denselben bei vielen Aspidochiroten, z. B. bei *Holothuria impatiens* (Forsk.), *H. scabra* Jäg. u. a. kennzeichnet, gab er ihm den Namen der Schlundkrause. Da aber bei anderen Seewalzen, z. B. bei *Cucumaria japonica* Semp., diese Bezeichnung nicht zutreffend erscheint, so ziehe ich es vor, ihn einfach den Blutgefässring zu nennen. Durch Danielssen und

*) Wie auch schon Graber (72, in der Tafelerklärung).

**) Jäger (110) hat den Blutgefässring bei seiner *Holothuria atra* abgebildet und in seiner Tafelerklärung als „*annulus glandularum hepati analogus*“ bezeichnet. Ferner hat auch Mertens (154) ihn bei *Stichopus ananas* (Jäg.) und *Holothuria marmorata* (Jäg.) beobachtet und als ein drüsiges, den Darm umgebendes Organ beschrieben.

Koren (50) wurde sein Vorkommen auch bei den Molpadiiden *(Trochostoma thomsonii)* und bei *Kolga hyalina* unter den Elasipoden nachgewiesen; ebenso fand Théel (263) denselben bei *Elpidia* und schrieb ihn später (266) den Elasipoden überhaupt zu. Nachdem nun auch noch durch Hamann (93) gezeigt war, dass auch die *Synapta digitata* desselben nicht entbehrt, kann man wohl nicht mehr bezweifeln, dass er allen Seewalzen zukommt, wenn er auch bei manchen so schwach entwickelt ist, dass es einer besonderen Untersuchung bedarf um sich von seinem Vorhandensein zu überzeugen.

Manchmal fällt er ebenso wie andere Theile des Blutgefässsystemes an conservirten Exemplaren durch seine gelbliche oder bräunliche Färbung auf, welche in der Hauptsache durch die Beschaffenheit seines Inhaltes, zum Theil aber auch durch sein äusseres Epithel bedingt ist. Aus seiner Lage dicht hinter dem Wassergefässringe kann er mitunter etwas nach vorn rücken, sodass er den Wassergefässring entweder von aussen theilweise bedeckt oder wie bei *Synapta digitata* an dessen Innenseite zu liegen kommt. Während er bei der letztgenannten Art nach Hamann's Schilderung einen einfachen feinen Ringkanal darzustellen scheint, ist er nach Semper bei den Aspido- und Dendrochiroten und ebenso nach Danielssen und Koren und Théel bei Molpadiiden und Elasipoden kein einfaches Gefäss, sondern wird von einem ringförmig angeordneten Gefässgeflecht gebildet. Häufig dringen Aussackungen des Wassergefässringes in das Geflecht des Blutringes ein, treiben dasselbe hier und dort vor sich her und veranlassen so das schon oben erwähnte krausenförmige, gefaltete Aussehen. Derartige Aussackungen sind es auch, welche Tiedemann als hohle, braune, drüsenartige Körperchen am Wassergefässring der *Holothuria tubulosa* beschrieb und mit dem ventralen Darmgefäss in Zusammenhang sah. Nach Teuscher (261) besteht der Blutgefässring bei der ebengenannten Art aus einem von Zellen, Fasern und Pigmenthaufen durchsetzten hyalinen Bindegewebe, welches die feinen, unregelmässig verflochtenen Gefässe beherbergt, wie denn auch schon Semper die Gefässe, aus denen der Blutring gebildet ist, als feinste Kanäle schilderte, welche ein äusserst dichtes Netz darstellen und häufig mit braunen Körnchenzügen erfüllt sind. Ob unter diesen Verhältnissen der Blutring als ein Centralorgan betrachtet werden kann, wird im Kapitel Physiologie näher zu erwägen sein.

3. Die Radialgefässe.

In jedem der fünf Radien verläuft der Länge nach ein Blutgefäss, welches sich zwischen den Radialnerven und den Radialkanal des Wassergefässsystemes lagert und als Radialgefäss bezeichnet werden mag. Ganz befriedigend ist unsere Kenntniss desselben bis jetzt noch keineswegs, denn einmal ist sein vermuthlicher Zusammenhang mit dem Blut-

ringe (oder anderen Theilen des Blutgefässsystemes) noch nicht genügend aufgeklärt, und anderseits ist auch nicht genau festgestellt, ob ein Radialgefäss bei allen oder nur bei einzelnen Arten zur Ausbildung gelangt ist.

Um uns über seine Lagerung näher zu unterrichten, wollen wir von einem Querschnitte durch ein Ambulacrum der *Holothuria tubulosa* (VII, 15) ausgehen. Unmittelbar nach innen von dem Radialnerven liegt ein Hohlraum, welchen ich den Pseudohämalkanal nenne (VII, 15c) und auf den*) wir bei Betrachtung der Leibeshöhle zurückkommen werden. Weiter nach innen trifft man auf einen viel engeren Kanal (VII, 15d), der meistens von einem sehr feinkörnigen Gerinnsel erfüllt ist. Dann erst folgt das geräumigere Lumen des radialen Wassergefässes. Jener engere, in der Mitte gelegene Kanal ist von der bindegewebigen Scheidewand umschlossen, welche den Pseudohämalkanal vom Wasserkanal trennt. Es besitzt kein inneres Epithel und stimmt dadurch, sowie durch seinen schon erwähnten Inhalt, mit den übrigen Blutgefässen der Seewalzen überein. Aus diesen Gründen, mit denen ich mich in vollständigem Einklange befinde, wurde er von Semon (233) bei *Holothuria tubulosa* u. a., wenn auch mit einigem Zweifel, als radiales Blutgefäss gedeutet, nachdem sein Vorkommen schon früher bei *Cucumaria cucumis* (Risso) und *Psolus squamatus* (Düb. u. Kor.) durch Teuscher (261) erkannt worden war. Mir vorliegende Querschnitte durch ein Ambulacrum der *Cucumaria crocea* (Less.) lassen dasselbe vortrefflich erkennen. Aber es hebt schon Semon mit Recht hervor, dass das radiale Blutgefäss je nach Conservirung und Contractionszustand der zur Untersuchung benützten Thiere oft nur sehr schwer oder gar nicht aufzufinden ist. Daraus erklärt sich, dass es von Greeff (77), Jourdan (114), Hamann (91 u. 93), Vogt und Yung (284), welche Querschnitte durch die Ambulacren verschiedener Holothurien studirten, übersehen werden konnte. Schon vor Teuscher scheint übrigens bereits Semper (238) das radiale Blutgefäss gesehen zu haben; wenigstens vermag ich dem von ihm (s. S. 67) bei seiner Schilderung des radialen Nervensystems erwähnten und mit n_4 bezeichneten zweifelhaften Gebilde keine andere Deutung zu geben, wie denn auch Semper selbst schon an die Möglichkeit einer solchen Deutung gedacht hat.

In manchen Fällen scheint das radiale Blutgefäss einen geflechtartigen Charakter anzunehmen, denn Semper beschreibt und bildet dasselbe bei seiner *Cucumaria japonica* ab als aus mehreren gefässartigen Räumen zusammengesetzt.

---

*) In der Erklärung zu Taf. VII, Fig. 15 ist dieser Pseudohämalkanal *c* durch ein Versehen als „Blutgefäss" bezeichnet, was ich zu verbessern bitte. Ebenso soll es in der Erläuterung zu Holzschnitt 13 auf Seite 119 bei *B* statt „radiales Blutgefäss" heissen Pseudohämalgefäss; das eigentliche radiale Blutgefäss ist in jenem Holzschnitt überhaupt nicht angegeben. Das Gleiche gilt von der Fig. 5 auf der von mir gezeichneten Tafel 61 der bekannten Leuckart'schen zoologischen Wandtafeln; in der Erläuterung dieser Figur muss es bei *Bl* statt „radiäre Blutbahn" heissen Pseudohämalkanal.

Bei derselben *Cucumaria* bemerkte der genannte Forscher auch, dass das Ringgeflecht des Blutgefässsystemes sich an der der Körperwand zugekehrten Seite der im Schlundkopf liegenden Anfangsstücke (s. S. 120) der radialen Wasserkanäle in ein Geflecht fortsetzt, welches er bis zur Basis der Fühler verfolgen konnte. Es liegt nahe, in dieser Fortsetzung des Blutringes den Beginn des geflechtartigen Blutgefässes des Ambulacrums zu sehen; doch ist der bestimmte Nachweis dafür noch nicht erbracht. Auch sonst wissen wir nichts Sicheres über die Herkunft des radialen Blutgefässes; Teuscher und Semon bemühten sich vergeblich, darüber ins Klare zukommen.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass wenigstens bei den Aspido- und Dendrochiroten radiale Blutgefässe in Wirklichkeit vorhanden sind; sie begleiten die radialen Wassergefässe höchst wahrscheinlich bis zu deren Ursprung aus dem Wassergefässringe um sich dann ihrerseits mit dem Blutringe zu verbinden. Ob auch den übrigen Holothurien, insbesondere den Synaptiden, radiale Blutgefässe zukommen, bedarf noch der Untersuchung; bestimmte Angaben darüber liegen bis jetzt nicht vor, doch scheinen Danielssen und Koren (50) bei *Trochostoma arcticum* (v. Marenz.) und *boreale* (Sars) sowie Théel (266) bei seiner *Laetmogone wyville-thomsoni* hierher Gehöriges gesehen zu haben*).

4. Gefässe zu den Fühlern, den Füsschen, dem Steinkanal, der Poli'schen Blase und der Speiseröhre.

Vom Blutgefässring entspringende Gefässe zu den Fühlern finden sich, wie es scheint, nur bei den Synaptiden, was wohl damit in Zusammenhang steht, dass nur bei dieser Familie die Fühler ihre Wassergefässe unmittelbar vom Ringkanale des Wassergefässsystemes beziehen (s. S. 121). An den Fühlern der Synaptiden entdeckte Semper (238) bei tropischen *Synapta*-Arten vom Blutringe herkommende Gefässe in deren bindegewebiger Wandschicht. Genaueres theilte Hamann (93) über das Verhalten dieser Gefässe bei *Synapta digitata* mit. Er fand an der nach der Körperaxe gerichteten Seite eines jeden Fühlerkanals ein geräumiges, sich bis zum Kalkringe erstreckendes Blutgefäss. Dasselbe drängt die Längsmuskellage des Fühlerkanals, welche sonst durch eine dicke Bindegewebsschicht von der Ringmuskellage und dem inneren

*) Danielssen und Koren bilden auf ihrer Taf. X, Fig. 6 u. 7 Querschnitte durch die Radien ab, in welchen an der Stelle, an welcher das Radialgefäss nach Analogie mit den Aspido- und Dendrochiroten zu suchen ist, eine dunkle, körnige Masse eingezeichnet ist. Weder in der Tafelerklärung noch im Texte findet sich eine Erläuterung dieser Masse, die mir nichts anderes als der geronnene Inhalt des Radialgefässes zu sein scheint. Ebenso scheint mir die Anschwellung gedeutet werden zu müssen, welche Théel auf seiner Taf. XLII, Fig. 1 in der Membran zeichnet, welche das „Neuralgefäss" (das ist unser Pseudohämalkanal) vom Wassergefäss trennt.

Epithel (s. S. 123) getrennt ist, unter Schwund jener beiden Schichten bis dicht an das innere Epithel; in Folge dessen ist im Bereiche des Blutgefässes die ganze Zusammensetzung der Fühlerkanal-Wand so geändert, dass auf das äussere Epithel sofort das (doch wohl auch hier von einer dünnen Bindegewebslage umhüllte) Blutgefäss und dann weiter nach innen die Längsmuskulatur und schliesslich das innere Epithel folgen. Da, wo die Blutgefässe der Fühler aus dem Blutgefässringe entspringen, sind sie erheblich verengt.

Ob die Fühler und Füsschen der übrigen Seewalzen feine Blutgefässe besitzen, welche etwa von den radialen Blutgefässen abzweigen und die Fühler- und Füsschenkanäle des Wassergefässsystemes begleiten, bedarf noch der Untersuchung. Eigens darauf gerichtete Beobachtungen liegen nicht vor. Allenfalls könnte man die von Jourdan (114) in den Fühlern entdeckte und schon S. 99 erwähnte Lacune als ein Blutgefäss deuten; aber ich bin der Ansicht, dass es sich dabei um einen Pseudohämalraum handelt, auf den ich bei Betrachtung der Leibeshöhle zurückkommen werde. Derselbe Forscher erwähnt auch des Vorkommens zahlreicher Lacunen in der Bindegewebsschicht der Füsschen-Endscheibe von *Holothuria impatiens*; möglicherweise handelt es sich dabei um echte Blutgefässe, vielleicht aber auch wiederum um Pseudohämalräume.

Ueber eine Versorgung des Steinkanales durch Blutgefässe finden sich in der ganzen Litteratur nur zwei kurze Notizen, die eine von Semper (238), die andere von Danielssen und Koren (50). Semper gibt an, dass es ihm so geschienen habe, als seien Blutgefässe in der Wand des Steinkanales vorhanden, wenigstens fänden sich oft dieselben braunen Körnchenzüge, welche er in den Gefässen des Blutgefässringes antraf. Danielssen und Koren dagegen geben einfach an, dass bei ihrem *Trochostoma thomsonii* der Blutring Gefässe an den Steinkanal entsende.

Ebenso dürftig sind die Beobachtungen in Betreff von Gefässen, die vom Blutringe zur Poli'schen Blase gehen. Tiedemann (273) sah dergleichen bei *Holothuria tubulosa* und das Gleiche erwähnen Danielssen und Koren (50) von *Trochostoma thomsonii.*

Dass auch auf die Speiseröhre Zweige des Blutringes abgehen, bemerkte ebenfalls bereits Tiedemann (273), womit die Befunde von Danielssen und Koren (50) an *Trochostoma thomsonii*, *Kolga hyalina* und *Irpa abyssicola* übereinstimmen. Bei *Trochostoma* und *Irpa* bilden die Gefässe des Schlundes ein Netzwerk und sind der inneren Bindegewebsschicht der Speiseröhre eingelagert. Im Gegensatze dazu fand Hamann (91 u. 93) bei *Cucumaria planci* und *C. cucumis* nicht in der inneren, sondern in der äusseren Bindegewebsschicht der Speiseröhre ein Netzwerk von Gefässen (vergl. S. 155).

5. Das ventrale Dünndarmgefäss und sein Quergefäss.

Das ventrale (antimesenteriale), von Bohadsch (30) entdeckte Dünndarmgefäss, Tiedemann's (273) Darmarterie (XI, 1, 2), ist der bei allen Seewalzen am deutlichsten ausgeprägte Theil des Blutgefässsystemes*), wenn es auch bei einzelnen Gruppen, so insbesondere bei den Aspidochiroten, von dem dorsalen Dünndarmgefässe an Mächtigkeit übertroffen wird. Es verläuft der Länge nach an allen drei Schenkeln des Dünndarms. Entweder liegt es dem Darm dicht an oder es rückt, z. B. bei *Synapta beselii* Jäg. und anderen grossen Arten, etwas davon ab, entsendet dann aber eine Menge kurzer Querzweige, welche die Verbindung mit dem Darme herstellen und sich auf diesem angekommen nochmals zur Bildung eines Längsgefässes verbinden können; letzteres wird alsdann als das anliegende, jenes aber als das freie ventrale Dünndarmgefäss bezeichnet. In dem mittleren Theile seines Verlaufes lässt es nicht selten eine allmähliche Zunahme seines Querdurchmessers erkennen.

Sein vorderes Ende setzt sich häufig, z. B. bei den Elasipoden, ohne weiteres in das ventrale Magengefäss fort; in diesen Fällen ist keine Sonderung eines Magengefässes eingetreten; dieses bildet vielmehr mit dem Dünndarmgefäss ein ununterbrochenes Darmgefäss, welches sich vorn mit dem Blutgefässringe in Verbindung setzt oder aber schon vorher in der Magengegend fein ausläuft, ohne dass es bis zu dem Blutringe verfolgt werden konnte, so z. B. bei *Synapta digitata* nach Joh. Müller (183) und Baur (10). In anderen Fällen aber kann man immerhin nach dem Vorgange Semper's ein ventrales Dünndarmgefäss von einem ventralen Magengefäss unterscheiden. Jenes endigt alsdann an der Grenze von Magen und Dünndarm in dem dort befindlichen sehr feinen Gefässgeflecht der Dünndarmwand, aus welchem weiter nach vorn das ventrale Magengefäss seinen Ursprung nimmt. Es sind namentlich die Aspido-, aber auch manche Dendrochiroten und Molpadiiden (z. B. *Trochostoma thomsonii* nach Danielssen und Koren), welche dieses Verhalten zeigen.

An seinem hinteren Ende läuft das ventrale Dünndarmgefäss spitz aus oder verliert sich in dem Gefässgeflecht der Darmwand. Die genaue Stelle dieser hinteren Endigung unterliegt manchen Schwankungen, scheint sich aber meistens im hinteren Bezirk des dritten Darmschenkels zu befinden oder selbst bis auf den Enddarm (nach Danielssen und Koren bei *Trochostoma thomsonii*, nach Théel bei den Elasipoden**) zu reichen.

In Betreff des feineren Baues des ventralen Dünndarmgefässes hat sich aus Hamann's (91 u. 93) Untersuchungen ergeben, dass das-

*) Was Quoy und Gaimard (211) bei *Stichopus ananas* (Jäg.) als eine Raphe am Darme beschreiben, ist offenbar nichts anderes als das ventrale Dünndarmgefäss.

**) Vergl. auch die Anmerkung auf S. 211.

selbe mitunter, z. B. bei *Cucumaria planci*, durch bindegewebige Scheidewände in mehrere dicht nebeneinanderlaufende Gefässe getheilt sein kann und so auch seinerseits die plexusartige Beschaffenheit des ganzen Blutgefässsystemes zum Ausdrucke bringt. Häufiger aber, z. B. bei *Holothuria tubulosa*, *Cucumaria cucumis*, *Synapta digitata*, stellt es ein einziges einheitliches Gefäss dar, welches deshalb auch ohne grosse Schwierigkeit injicirt werden kann; doch gelingen die Injektionen auch in jenem anderen Falle bei *Cucumaria planci*. Die Wand des ventralen Dünndarmgefässes hat bei *Holothuria tubulosa* nach Hamann (93) eine Dicke von 13—42 μ und besteht aus einer Bindegewebsschicht, welche nach aussen von einer Muskellage und einem wimpernden Epithel (Cölomepithel) überkleidet ist. In derselben Weise fand der genannte Forscher die Gefässwandung auch bei *Cucumaria planci*, *cucumis* und *Synapta digitata* zusammengesetzt und bestätigte dadurch in der Hauptsache die älteren Beobachtungen von Semper an tropischen Seewalzen und von Théel an Elasipoden*). Indessen gehen diese Beobachtungen doch in zwei Punkten auseinander. Was nämlich zunächst die Muskellage betrifft, so gibt Hamann nur längsverlaufende (selten auch etwas schief verlaufende) Fasern an, während Semper und Théel nur Ringfasern antrafen. Ferner erwähnen Théel und Semper einen inneren Epithelbelag, welchen Hamann ausdrücklich in Abrede stellt. Dieser Gegensatz findet wohl dadurch seine Erklärung, dass die Bindegewebszellen, wie Hamann bei *Synapta digitata* beobachtete, sich an der inneren Oberfläche der Bindegewebsschicht nach Art eines Endothels anordnen können, oder auch Zellen, welche der Blutflüssigkeit angehören, sich beim Gerinnen derselben schichtenweise der Wand anlagern (vergl. auch S. 201—202).

Ueberall, wo das ventrale Dünndarmgefäss dem Dünndarme dicht anliegt, gehen seine eben erwähnten Wandschichten in die entsprechenden Schichten der Darmwand über, insbesondere setzt sich die Bindegewebsschicht in die innere Bindegewebsschicht der letztern fort, mit der sie auch in ihrem histologischen Baue vollständig übereinstimmt. Aus diesem innigen Zusammenhange der Gefässwandung mit der Darmwandung leitet Hamann (93) die Behauptung ab, es sei das ventrale sowie auch das sich ähnlich verhaltende dorsale Darmgefäss eine „Aussackung" der Darmwand. Diese Bezeichnung dünkt mir nicht nur überflüssig, da nichts thatsächlich Neues damit angegeben wird, sondern auch missverständlich und ohne genügende Begründung. Missverständlich deshalb, weil man sich nach der gewöhnlichen Anwendung des Wortes Aussackung darunter eine Ausstülpung vorzustellen pflegt, deren Lumen mit dem Lumen desjenigen Organes zusammenhängt oder -hing, von dessen Wand die „Aussackung" ausging. Hamann meint das aber offenbar nicht, sondern will nur sagen, dass die Bindegewebsschicht der Darmwand sich in der Richtung einer Längslinie verdickt und dann innere Höhlungen in Gestalt

*) Die Muskelschicht war auch schon von Selenka (229) bemerkt worden.

der Gefässe bekommen habe. Aber auch so, wenn man statt Aussackung etwa Auswuchs der Darmwand sagt, fehlt es an jedem Beweise dafür, dass der Bildungsvorgang der Darmgefässe in Wirklichkeit der von Hamann angenommene ist.

Fast ausnahmslos besitzt das ventrale Dünndarmgefäss die Eigenthümlichkeit, dass es eine grosse Anastomose bildet, welche dadurch zu Stande kommt, dass von seinem dem ersten Darmschenkel angehörigen Abschnitte sich quer oder schief zur Längsachse des Körpers ein Gefäss frei durch die Leibeshöhle nach dem zweiten Darmschenkel hinüberspannt und in dessen ventrales Gefäss wieder einmündet. Dieses zuerst von Bohadsch (50) gesehene Quergefäss (XI, 1), wie wir die Anastomose nennen wollen, scheint nach den vorliegenden Angaben nur bei einer einzigen Synaptidenart, *Acanthotrochus mirabilis* Dan. u. Kor. (50), ganz zu fehlen*). Bei anderen Synaptiden ist es bald ganz einfach, z. B. bei *Ankyroderma affine* Dan. u. Kor. und *Chiridota pellucida* M. Sars, oder es entspringt oder mündet mit zwei oder mehreren Wurzeln, bez. Gabelästen, z. B. bei *Ankyroderma jeffreysii* Dan. u. Kor., *Chiridota typica* Sel. Letzteres ist auch bei vielen Arten anderer Familien der Fall, z. B. *Kolga hyalina* Dan. u. Kor. (50) unter den Elasipoden, bei *Haplodactyla pellucida* Semper (238) unter den Molpadiiden**), bei *Psolus fabricii* (Düb. u. Kor.) [nach Kingsley (117)], *Orcula linaconotus* (Br.) unter den Dendrochiroten und unter den Aspidochiroten bei *Holothuria tubulosa* nach Tiedemann (273) (XI, 2), *H. argus* (Jäg.) nach Jäger (110), *H. atra* Jäg., *pulchella* Sel., *aethiops* Br., *marmorata* (Jäg.), *vagabunda* Sel., *sordida* Br., *Stichopus ananas* (Jäg.); doch kommt es auch bei Aspidochiroten, z. B. bei *Holothuria poli* Delle Chiaje, vor, dass das Quergefäss einfach entspringt und einfach mündet. Nicht selten besteht aber die Querverbindung des ventralen Dünndarmgefässes nicht nur an ihrer Wurzel, bez. Mündung, sondern in ihrer ganzen Ausdehnung aus mehreren Gefässen, die dann häufig unter sich wieder durch schiefe Verbindungsäste zu einem unregelmässigen, weitmaschigen Netz verbunden sind, manchmal aber von einander gesondert bleiben. Solche mehrfache oder netzförmige Quergefässe besitzen z. B. *Deima validum* und *Oneirophanta mutabilis* nach Théel (266), *Trochostoma thomsonii* Dan. u. Kor. und *Tr. arcticum* (v. Marenz.) nach Danielssen und Koren (50), *Tr. boreale* (Sars) nach Sars (222), *Colochirus quadrangularis* (Less.) nach Semper (238), *Phyllophorus mollis* (Sel.), *Cucumaria planci* (Br.), *C. nigricans* Sel., *C. miniata* (Br.), *Mülleria lecanora* Jäg. und *Stichopus chloronotus* Br.

Von der Regel, dass die Querverbindung des ventralen Dünndarmgefässes zwischen dem ersten und dem zweiten Darmschenkel stattfindet,

*) Wie sich die mit annähernd geradem Darme versehenen Synaptiden (vergl. S. 157—160) hinsichtlich des Quergefässes verhalten, bedarf noch der genaueren Untersuchung.

**) In Semper's Tafelerklärung zu seiner Tafel X, Fig. 1, welche die Darmblutgefässe dieser Art darstellt, ist das ventrale Darmgefäss durch ein Versehen als das dorsale und umgekehrt das dorsale als das ventrale bezeichnet.

gibt es nur seltene Ausnahmen, die vielleicht alle nur individueller Natur sind. So beobachtet man mitunter, dass das Quergefäss statt an den zweiten Darmschenkel etwas weiter nach vorn an die vordere (= zweite) Darmbiegung herantritt. Bei einem Exemplare von *Holothuria poli* Delle Chiaje sah ich ferner das vom ersten Darmschenkel kommende Quergefäss zum dritten Darmschenkel ziehen, während es bei mehreren anderen Exemplaren in ganz normaler Weise zum zweiten Darmschenkel ging. Noch abweichender ist das Verhalten, welches Danielssen und Koren (50) von einer *Kolga hyalina* abbilden, bei welcher das Quergefäss statt zwischen dem ersten und zweiten sich zwischen dem zweiten und dritten Darmschenkel ausspannt.

Falls die Querverbindung ein netzförmiges, weitmaschiges Gefässgeflecht darstellt, z. B. bei *Phyllophorus mollis* (Sel.), so zeigt sich besonders deutlich, dass die linke Kieme das Bestreben hat, dorsal von diesem Geflecht ihre Stellung einzunehmen; doch tritt sie hier und dort mit ihren Verästelungen durch die Maschen des Geflechtes hindurch, so dass eine lose Umflechtung der linken Kieme seitens der ventralen Quergefässe zustande kommt, wie wir eine solche, allerdings von den dorsalen Quergefässen ausgehend, im nächsten Abschnitte bei den Aspidochiroten in viel stärkerer Entwicklung antreffen werden.

6. Das dorsale Dünndarmgefäss und das dorsale Gefässnetz (Wundernetz).

Ebenso wie das ventrale, so kommt auch das dorsale oder mesenteriale Dünndarmgefäss (XI, 1, 2) bei allen Seewalzen ohne Ausnahme vor. Wie jenes folgt es in seinem Verlaufe den drei Darmschenkeln und liegt ebenso wie jenes entweder dem Darme dicht an, z. B. bei kleinen *Synapta*- und *Chiridota*-Arten, oder rückt mehr oder weniger weit davon ab. Im letzteren Falle, z. B. bei grösseren Synaptiden, bei den Aspidochiroten, vielen Dendrochiroten und manchen Molpadiiden, bleibt es aber stets durch zahlreiche kurze Queräste mit dem Darme in Zusammenhang und bildet dann seinerseits nur das längsverlaufende Randgefäss (= freies Rückengefäss Semper) eines den Darm an seiner mesenterialen Seite begleitenden Gefässnetzes, dessen Quergefässe sich auf dem Darme selbst zu einem zweiten, dem anliegenden Längsgefässe (= anliegendes Rückengefäss Semper) sammeln können. Dieses Gefässnetz bildet in seiner Gesammtheit eine von den offenen Maschen des Netzes gitterförmig durchbrochene Wand, welche mit dem einen Rande an dem Darm befestigt ist, im übrigen aber frei in die Leibeshöhle vorspringt und deshalb auch als das freie Rückengeflecht des Dünndarmes bezeichnet wird. Da die Gefässe dieses Rückengeflechtes durch eine rasche Verzweigung des Randgefässes entstehen und sich nach kurzem oder längerem Verlaufe wieder zu dem anliegenden Längsgefässe ver-

einigen können, so lässt sich das ganze Rückengeflecht auch als ein Wundernetz bezeichnen — eine Benennung, die bei den Aspidochiroten noch grössere Berechtigung erhält durch das Verhalten derjenigen Abschnitte des Geflechtes, welche die Aeste des linken Kiemenbaumes umspinnen.

Semper (238) hat auf eine besondere Eigenthümlichkeit in der Lage des dorsalen Dünndarmgefässes und Gefässgeflechtes aufmerksam gemacht, welche darin besteht, dass dasselbe niemals genau mit der Insertion des Mesenteriums zusammenfällt, sondern immer nach derselben Seite, nämlich nach links am dorsalen Mesenterium, davon abweicht. Durch Nachuntersuchung an *Holothuria poli* Delle Chiaje und *H. atra* Jäg. habe ich mich von der Richtigkeit dieser Angaben überzeugt. Das dorsale Dünndarmgefäss und sein Geflecht liegen immer an derselben Seite des Mesenteriums; diese Seite ist am dorsalen Mesenterium die linke, wird aber am linken Mesenterium in Folge der ersten Darmbiegung zur rechten, um dann mit der zweiten Darmbiegung wieder zur linken zu werden. Wie sich dieses regelmässige Lageverhältniss zum Mesenterium erklärt, ist eine Frage, die ihrer entwicklungsgeschichtlichen Aufklärung noch entgegensieht.

An seinem vorderen Ende setzt sich das dorsale Dünndarmgefäss bis an die hintere Magengrenze fort und endigt hier, z. B. bei Aspidochiroten nach Semper (238), bei *Irpa abyssicola* und *Trochostoma thomsonii* nach Danielssen und Koren (50), in einem feinen Geflechte, aus welchem weiter nach vorn das dorsale Magengefäss (s. S. 218) seinen Ursprung nimmt, oder es reicht, falls ein besonderes dorsales Magengefäss nicht abgegrenzt ist, als dorsales Darmgefäss bis zu dem Blutringe, z. B. bei *Kolga hyalina* nach Danielssen und Koren (50). Bei *Synapta digitata* wird sich diese Verbindung mit dem Blutringe wohl auch noch nachweisen lassen, da Joh. Müller (183) und Baur (10) das dorsale Darmgefäss bis zum Vorderende des Mesenteriums verfolgen konnten.

Nach der Längsmitte zu zeigt das dorsale Dünndarmgefäss bald eine deutliche, stärkere Dickenzunahme, bald nur eine leichte Anschwellung. Nach hinten erstreckt es sich im Grossen und Ganzen ebenso weit wie das ventrale, mit dem es durch das in der Darmwand befindliche Gefässnetz (s. S. 216) in engster Verbindung steht. Bei *Kolga hyalina* und *Irpa abyssicola* sahen Danielssen und Koren (50) es bis an und bei *Trochostoma thomsonii* bis auf den Enddarm reichen*). Auch Tiedemann (273) beobachtete, dass seine Endverästelungen sich bei *Holothuria tubulosa* auf dem Enddarme (Kloake) ausbreiten. Dagegen konnte sich Semper (238) an tropischen Aspidochiroten nicht mit Bestimmtheit davon überzeugen, obschon es schon wegen der später zu erwähnenden Bluträume in der

*) Ob das dorsale und vielleicht auch das ventrale Darmgefäss in Verbindung stehen mit dem grösseren Hohlraum, den Théel (266, p. 132—133) in der Wand der Analregion des Enddarmes von *Oneirophanta* und *Deima* beschreibt, bedarf einer genaueren Feststellung.

Wand der Kiemen wahrscheinlich ist, dass der Enddarm sei es nun vom dorsalen oder ventralen Dünndarmgefässe her mit Gefässen versorgt wird.

In seinem feineren Baue stimmt das dorsale Dünndarmgefäss im Grossen und Ganzen mit dem ventralen überein. Bei *Cucumaria planci* fand Hamann (91) den geflechtartigen Bau im dorsalen Dünndarmgefäss noch deutlicher ausgesprochen als im ventralen, während er (93) bei *Holothuria tubulosa, Cucumaria cucumis* und *Synapta digitata* feststellen konnte, dass das dorsale Dünndarmgefäss nur aus einem einzigen Kanale gebildet ist. Ein Unterschied im Bau des anliegenden Längsgefässes von dem Randgefässe scheint nicht vorhanden zu sein. Die histologische Zusammensetzung der Gefässwandung ist dieselbe wie beim ventralen Dünndarmgefäss. Auch bezüglich der Muskelfasern widersprechen sich die vorliegenden Angaben in ähnlicher Weise wie dort. Semper (238) und Jourdan (114) sprechen nur von Ringmuskelfasern, während Graber (72) und Teuscher (261) Ringfasern und Längsfasern unterscheiden, dagegen Joh. Müller (183) und Hamann (93) nur Längsfasern erwähnen und auch ich bei *Stichopus japonicus* nur Längsfasern sehe. Da wo sich das dorsale Dünndarmgefäss dicht an den Darm anlagert und mit demselben fest verbindet, geht seine Muskelfaserlage ebenso wie die des ventralen Gefässes in die der Darmwand über.

In ähnlicher Weise wie das ventrale Dünndarmgefäss eine vom ersten zum zweiten Darmschenkel sich hinüberspannende Queranastomose (s. S. 209) besitzt, so kann an dem dorsalen Dünndarmgefäss eine Querverbindung in Gestalt eines einfachen Gefässes zur Ausbildung gelangen. Im Ganzen ist aber das Auftreten dieser einfachen dorsalen Querverbindung nicht so allgemein verbreitet wie das der ventralen Queranastomose und bis jetzt nur in wenigen Fällen genauer bekannt. So erwähnte schon Baur (10), dass bei jungen Individuen von *Synapta digitata* das dorsale Dünndarmgefäss des ersten Darmschenkels einen Ast abgibt, welcher frei zum Anfange des dritten Darmschenkels zieht um dort wieder in das dorsale Gefäss zu münden. Ferner beobachteten Danielssen und Koren (50) bei *Kolga hyalina* sowie Théel (266) bei *Deima validum,* dass sich ein Gefäss, welches einfach oder mit mehreren Wurzeln aus dem dorsalen Dünndarmgefäss des ersten Darmschenkels entspringt, zu demselben Gefässe des zweiten Darmschenkels hinüberspannt.

Statt dieser einfachen Querverbindung tritt bei den Aspidochiroten, aber auch manchen Dendrochiroten (z. B. *Psolus-, Orcula-* und *Phyllophorus*-Arten) und Molpadiiden (z. B. *Caudina arenata*) eine besonders reiche Entwicklung des oben schon besprochenen freien Rückengeflechtes des Dünndarmes, des sog. Wundernetzes, auf. Dasselbe wird am ersten Darmschenkel, an der ersten Darmbiegung, am zweiten Darmschenkel und oft auch noch an der zweiten Darmbiegung breiter und breiter, sodass es wie ein gitterförmiger Vorhang dem Darme anhängt

und insbesondere im Bereiche des zweiten Darmschenkels feinere und namentlich viel zahlreichere Maschen bildet. Nur am ersten Darmschenkel findet sich dieses Wundernetz entwickelt z. B. bei *Phyllophorus mollis* (Sel.); auf den Bezirk der ersten Darmbiegung ist es z. B. beschränkt bei *Caudina arenata* (Gould); es zieht sich weiter am zweiten Darmschenkel in mächtiger Ausbildung hinauf bei den meisten Aspidochiroten, z. B. *Holothuria tubulosa* (Gmel.), *atra* Jäg., *aethiops* Br., *Stichopus ananas* (Jäg.), *chloronotos* Br. oder setzt sich auch noch z. B. bei *Holothuria poli* Delle Chiaje auf die zweite Darmbiegung und den Anfang des dritten Darmschenkels fort. Das Randgefäss dieses verbreiterten Wundernetzes, soweit es am ersten Darmschenkel und der ersten Darmbiegung verläuft, wurde von Tiedemann (273) als Darmvene bezeichnet. Der Fortsetzung dieses Randgefässes am zweiten Darmschenkel (und gegebenen Falles auch an der zweiten Darmbiegung und dem Beginne des dritten Darmschenkels) gab er den Namen der Lungenarterie. Ferner bezeichnete er ein längs verlaufendes Sammelgefäss (XI, 2), welches häufig im Wundernetze des zweiten Darmschenkels in der Nähe des Darmes auftritt und seinerseits wieder durch quere Aeste mit dem anliegenden dorsalen Dünndarmgefäss in Verbindung steht, als Lungenvene. Wie wir aber im Kapitel Physiologie sehen werden, ist kein ausreichender Grund zu dieser Tiedemann'schen Namengebung, insbesondere nicht zu den Bezeichnungen Lungenarterie und Lungenvene vorhanden.

Zwischen dem Randgefäss des Wundernetzes am ersten Darmschenkel und dem des zweiten Darmschenkels kann auch noch eine kürzere Verbindung durch Ausbildung einer Queranastomose (XI, 2) auftreten, welche Tiedemann bei *Holothuria tubulosa* den Stamm der Darmvene nannte. Diese Queranastomose erinnert an die einfache Querverbindung, welche wir oben am dorsalen Dünndarmgefäss der Elasipodengattungen *Kolga* und *Deima* kennen gelernt haben. Bei diesen Elasipoden kann man in dieser Queranastomose entweder den Anlauf oder das Rudiment der bei den Aspidochiroten so hoch entwickelten Verhältnisse des dorsalen Dünndarmgefässgeflechtes erkennen.

Manche Autoren, z. B. Semper, beschränken den Terminus Wundernetz auf den Theil des freien Rückengeflechtes, welcher den zweiten Darmschenkel begleitet, und wenden ihn auch hier erst dann an, wenn die vom Randgefäss in das Geflecht eintretenden Quergefässe sich jedes für sich nochmals in ein Bündel von Gefässen auflösen. Am anderen, dem Darme zugekehrten Ende eines jeden derartigen Bündels treten die Gefässe des Bündels wieder zu einem Gefässe zusammen, welches mit benachbarten anastomosirend sich in die oben erwähnte Tiedemann'sche „Lungenvene“ ergiesst, die wir das Collateralgefäss (XI, 2) nennen wollen; Beispiele dafür bieten *Holothuria tubulosa* (Gmel.), *atra* Jäg., *marmorata* (Jäg.), *sordida* Br. u. a. Jedes derartige Gefässbündel stellt dann für sich betrachtet ein Wundernetz im Kleinen dar und es besteht alsdann das ganze Wundernetz des zweiten Darmschenkels aus einer

beträchtlichen Anzahl solcher untergeordneten kleinen Wundernetze (XI, 1, 2). Da aber schon bei Aspidochiroten alle möglichen Uebergänge von der eben betrachteten Form des Wundernetzes zu anderen Fällen hinüberführen, in welchen jene untergeordneten kleinen Wundernetze nicht auftreten (z. B. bei *Holothuria aethiops* Br.), und da ferner von da aus wieder Uebergänge zu Fällen führen, in welchen der Aufbau des freien Rückengeflechtes am zweiten Darmschenkel sich in nichts unterscheidet von dem am ersten Darmschenkel, so scheint es mir richtiger, das freie Rückengefäss überhaupt als ein Wundergefäss zu bezeichnen, wenn man überhaupt diesen Ausdruck hier zur Anwendung bringen will.

Bei den Aspidochiroten (über andere Familien liegen in dieser Hinsicht keine Mittheilungen vor) zeichnet sich das Wundernetz namentlich am zweiten Darmschenkel oft durch eine lebhafte, bräunliche, grünliche, gelbe oder röthliche Färbung aus, welche ihren Sitz in dem äusseren Epithel hat. Auch kommt es vor, z. B. bei *Mülleria lecanora* Jäg.*), dass die untergeordneten Gefässbündel, welche den linken Kiemenbaum umspinnen, kleine blattartige Lappen darstellen, welche in ihrem Aussehen an drüsige Gebilde erinnern.

Das äussere Epithel der Wundernetzgefässe am zweiten Darmschenkel ist bei den Aspidochiroten nach Semper (238) besonders bemerkenswerth durch den grossen Reichthum an Schleimzellen, welche das vorhin erwähnte Pigment enthalten und sich sehr leicht ablösen. Teuscher (261) beschreibt diese Zellen bei *Holothuria tubulosa* als schlauchförmig und feinkörnig und Jourdan (114) vergleicht sie bei *Holothuria impatiens* mit den keulenförmigen Zellen, welche bei *Cucumaria* auf den männlichen Genitalschläuchen (s. S. 190) vorkommen.

Für die im Kapitel Physiologie zu erörternde Funktion des Blutgefässsystemes und der Kiemenbäume ist die Frage von besonderer Bedeutung, ob die Gefässe des Wundernetzes den linken Kiemenbaum nur lose umspinnen oder eine feste anatomische Verbindung mit demselben eingehen? Welche Ansicht darüber Tiedemann gewonnen hatte, lässt sich aus seiner Darstellung nicht erkennen. Erst Joh. Müller (184 u. 185) nahm eine bestimmte Stellung zu der Frage ein, indem er sich dahin entschied, dass es sich nur um eine „äusserliche Umstrickung" handle, bei welcher die Gefässe der Kieme selbst fremd bleiben. Diese Auffassung wurde durch Semper (238) bestritten und dafür die entgegengesetzte Lehre aufgestellt, dass die Gefässe des Wundernetzes in die Wand des linken Kiemenbaumes eindringen. Sieht man sich aber nach seinem Beweise dafür um, so findet man nur die Beobachtung, dass bei *Haplodactyla pellucida* Semp. eine feste Verbindung der Wundernetzgefässe mit der Kiemenwand vorkommt, aber eine Verbindung,

*) Nach Mertens (154) und Semper (238).

die nach Semper's eigener Darstellung vielleicht nur durch eine Anlöthung beider Organe vermittelst ihrer bindegewebigen Wandungen zu Stande kommt; einen unzweifelhaften Eintritt der Wundernetzgefässe in die Kiemenwand hat Semper an diesen Anlöthungsstellen nicht wahrzunehmen vermocht. Auch bei Aspidochiroten hat Semper danach gesucht, aber niemals überzeugende Bilder erhalten. Später hat Teuscher (261) an *Holothuria tubulosa* und *Caudina arenata* die Semper'sche Ansicht geprüft, ohne sie bestätigen zu können. Ebenso ist es auch mir an *Holothuria atra* und *poli* ergangen, so dass ich auch meinerseits an der Auffassung von Joh. Müller festhalten muss, dass die Wundernetzgefässe nirgends in die Wand der Kieme eintreten und es sich immer nur um eine mehr oder weniger dichte, aber stets lose äusserliche Umstrickung der Kieme durch die Wundernetzgefässe handelt.

Anders liegt die Sache hinsichtlich der auch schon von Joh. Müller (185) aufgeworfenen Frage, ob die Kiemen nicht auf einem anderen Wege mit Blutgefässen versorgt werden? Wie wir schon bei Betrachtung des feineren Baues der Kiemenwand (S. 172) erfuhren, hat Semper zwischen ihrer äusseren Bindegewebsschicht und der Ringmuskellage oder auch zwischen dieser und der Längsmuskellage Bluträume beobachtet. Dieselben überziehen die ganzen Kiemenbäume bis in ihre letzten Verästelungen und bilden ein so engmaschiges Netz, dass sie fast zu einem einzigen grossen Blutraume (Lungensinus Semper) zusammenfliessen, der aber von zahlreichen Fasersträngen durchsetzt ist, welche sich von der inneren zur äusseren Wand des Blutraumes hinüberspannen und nach Semper muskulöser Natur sind. Er stellte das Vorkommen dieser Bluträume in der Kiemenwand sowohl bei Aspido- als bei Dendrochiroten und Molpadiiden fest und vermuthete, dass dieselben am Stamme der Kiemenbäume mit den Dünndarmgefässen in Zusammenhang stehen. Ob diese Vermuthung, wie ich glaube, den Thatsachen entspricht, bedarf noch der Untersuchung; überhaupt sind die von Semper beschriebenen Blutgefässe in der Kiemenwand seitdem nicht wieder Gegenstand besonderer Beobachtungen gewesen.

Vom dorsalen Dünndarmgefässe scheinen bei einzelnen Arten auch Aeste abzugehen, welche in das Mesenterium eintreten; doch sind die betreffenden Angaben bis jetzt nur sehr dürftige. Nach Leydig (142) kommen bei *Synapta digitata* feine Mesenterialgefässe vor, die aber von späteren Forschern, z. B. Joh. Müller (183) und Semper (238), nicht wiedergefunden worden sind; wie denn auch schon Jäger (110) hervorhob, dass er vergeblich nach Mesenterialgefässen gesucht habe. Dagegen erwähnen Danielssen und Koren (50) sowohl bei *Trochostoma thomsonii* als auch bei *Kolga hyalina* und *Irpa abyssicola* besondere Gefässe, welche vom dorsalen Darmgefäss in das Mesenterium abzweigen.

7. Das Gefässnetz in der Wand des Dünndarms.

Das Gefässnetz, welches sich in der Dünndarmwandung ausbreitet und einen engen Zusammenhang zwischen dem ventralen und dorsalen Darmgefäss vermittelt, wurde zuerst von Tiedemann (273) bei *Holothuria tubulosa* beobachtet. Ganz richtig verlegte er dasselbe nach innen von der Muskulatur der Darmwand, also in diejenige Schicht, welche wir jetzt (s. S. 151—152) als die innere Bindegewebsschicht des Darmes bezeichnen. Quatrefages (110) und Baur (10)*) suchten zwar vergeblich sich von der Anwesenheit des von Tiedemann beschriebenen Gefässnetzes in der Darmwand der Synapten zu überzeugen. Selenka (229) aber gelang es, dasselbe bei *Holothuria atra* Jäg. und anderen Arten wiederzufinden, wenn er auch zu der irrthümlichen Meinung kam, dass es zwischen den beiden Muskelfaserlagen der Darmwand seine Lage habe. Semper (238) dagegen konnte auch in diesem Punkte Tiedemann bestätigen und die erste genauere Schilderung der Lagerung bei den Aspidochiroten geben. Demnach befindet sich das Blutgefässnetz hier in der äusseren faserigen Lage der inneren Bindegewebsschicht. Je nach den Arten und den verschiedenen Bezirken des Dünndarms zeigt das Netz eine grosse Mannigfaltigkeit seiner Gestaltung. Gewöhnlich besteht es aus grösseren Kanälen, welche bald weite, bald enge Maschen umgreifen und in diese wiederum blinde, einfache oder gelappte Aussackungen entsenden (XI, 1). Am ventralen und dorsalen Darmgefässe stellen sich die einmündenden (bez. abgehenden) grösseren Kanäle des Netzes in der Regel quer zur Längsrichtung jener beiden Hauptgefässe, während sie im übrigen Bereiche der Darmwand keinerlei besondere Regel in ihrer Anordnung erkennen lassen.

In der Folgezeit stellten Danielssen und Koren (50) das Vorkommen eines ähnlichen Gefässnetzes auch in der Darmwand der Molpadiiden (*Trochostoma thomsonii*) und Elasipoden (*Kolga hyalina* und *Irpa abyssicola*) fest; auch hier liegt dasselbe in der inneren Bindegewebsschicht und zwar (*Trochostoma thomsonii*) in der äusseren Lage derselben. Zu dem gleichen Ergebnisse kam Théel (266) bei anderen Elasipoden (*Oneirophanta mutabilis*), sowie Jourdan (114) bei *Holothuria tubulosa*; nur unterscheidet sich Jourdan's Befund insofern von den Angaben Semper's, als er das Gefässnetz nicht in der äusseren, sondern in der innersten (zelligen) Lage der inneren Bindegewebsschicht antraf.

In grösstem Gegensatze zu den Beobachtungen der eben genannten Forscher stellte Hamann (91) im Anfange seiner Echinodermenstudien das Vorkommen des in Rede stehenden Gefässnetzes sowohl bei *Holothuria tubulosa* als auch bei *Cucumaria planci* und *cucumis* vollständig in

*) Doch hatte schon vor Baur M. Sars (222) bestätigende Beobachtungen bei seiner *Chiridota pellucida* mitgetheilt.

Abrede; aber schon ein Jahr später (93) überzeugten ihn seine fortgesetzten Untersuchungen an diesen Arten sowie an *Synapta digitata* von dem thatsächlichen Vorhandensein desselben. Er beschrieb dasselbe nunmehr ganz übereinstimmend mit den älteren Angaben, leider aber ohne dem Antheile gerecht zu werden, den die früheren Forscher an der Aufklärung der hier vorliegenden Thatsachen haben; insbesondere gilt das mit Bezug auf Semper, dessen Ergebnisse von Hamann, soweit er derselben überhaupt erwähnt, in eine entstellende Beleuchtung gerückt werden.*)

Am Anfange des Dünndarmes fand Semper das Gefässnetz bei den Aspidochiroten viel feiner ausgebildet als sonst; es besteht hier aus äusserst dünnen, reichverästelten und sehr enge Maschen bildenden Gefässen, welche die Endverzweigungen des ventralen und dorsalen Dünndarmgefässes darstellen.

Die histologische Untersuchung des in der Darmwand gelegenen Gefässnetzes lehrt, dass dasselbe besonderer eigener Wandungen entbehrt und eigentlich nur ein System von zusammenhängenden Lücken in dem Bindegewebe darstellt. Die Lücken sind weder von besonderen Muskelfasern begleitet, noch besitzen sie einen inneren Epithelbelag.

Im Anschlusse an das Gefässnetz in der Wand des Dünndarms ist auch noch einmal auf die sog. Darmkiemen zurückzukommen, deren Vorkommen und Formverhältnisse wir schon bei Betrachtung des Dünndarms (s. S. 146) kennen gelernt haben. Nach Semper (238) zeichnen sie sich dadurch aus, dass das Blutgefässnetz der Darmwand in ihre bindegewebige Grundlage eindringt und daselbst ein so aussergewöhnlich engmaschiges Netz bildet, dass es den Eindruck macht, als umschliesse jede Querfalte der Darmkiemen einen einzigen, von senkrechten Faserzügen durchsetzten Blutraum. Durch eine Nachuntersuchung an *Stichopus japonicus* Sel., welcher die Darmkiemen in schönster zweireihiger Entwicklung besitzt, konnte ich mich von der Richtigkeit dieser Semper'schen Angaben überzeugen. Die Zweifel, welche Hamann (91 u. 93) daran ausspricht, beruhen einmal darauf, dass er keine der von Selenka und Semper untersuchten Formen geprüft hat, dann aber auch darauf, dass er diesen beiden Forschern ganz mit Unrecht die Meinung unterschiebt, es lägen die Blutgefässe nicht im Bindegewebe, sondern im Epithelüberzuge der Darmkiemenfalten.

8. Das ventrale und dorsale Magengefäss mit dem Gefässnetz in der Magenwand.

Semper (238) hat auf die Sonderung der Blutgefässe des Magens von denen des Dünndarmes grossen Nachdruck gelegt, jedoch wohl nicht ganz mit Recht, denn selbst bei den Aspidochiroten, auf welche seine

*) Die Angaben von Théel und Jourdan werden überhaupt nicht erwähnt

Beobachtungen sich zunächst beziehen, kommt der Gegensatz zwischen dem Magen- und dem Dünndarm-Gefässsystem doch nur darauf hinaus, dass das in der Magenwand befindliche Gefässnetz keine unmittelbare Fortsetzung des Gefässnetzes in der Dünndarmwand ist, während der ventrale und dorsale Hauptstamm der Magengefässe sich als vordere Verlängerungen der beiden Hauptgefässe des Dünndarmes darstellen. Bei anderen Familien ist eine Trennung der Magengefässe von denen des Dünndarmes noch viel weniger durchführbar.

Das ventrale Magengefäss ist entweder die unmittelbare Verlängerung des ventralen Dünndarmgefässes oder es entspringt (bei den Aspidochiroten) aus dessen vorderstem Ende mit einer Anzahl feiner, kurzer Wurzeln und behält dann auch in seinem weiteren Verlaufe den schon in seinem Ursprunge ausgesprochenen geflechtartigen Bau. Im letzteren Falle bildet es in seiner Gesammtheit eine ventrale Kante am Magen, die sich zu einer hohen, schmalen Längsleiste erheben kann, in der man oft wieder ein grösseres Längsgefäss und feinere Nebengefässe zu unterscheiden vermag. Vorne setzt sich das ventrale Magengefäss (bez. -geflecht) mit dem Ringgeflecht in Verbindung. Bei *Holothuria tubulosa* fand Hamann (93) die Wand des ventralen Magengefässes 98 μ stark, also erheblich dicker als die des ventralen Darmgefässes.

Das dorsale Magengefäss*) steht in ähnlichen Beziehungen zu dem dorsalen Dünndarmgefäss. Bei Aspidochiroten, z. B. bei *Stichopus variegatus* Semp., nimmt es mit zahlreichen Wurzeln seinen Ursprung aus dem Geflechte des dorsalen Darmgefässes und stellt auch seinerseits ein Geflecht von Gefässen dar, welches sich ebenso wie jenes an der linken Seite des dorsalen Mesenteriums befindet, in Gestalt eines Längsseptums vorspringt und am freien Rande dieses Septums wieder ein stärkeres Randgefäss erkennen lässt. Bei anderen Holothurien, bei denen auch das Rückengefäss(geflecht) des Dünndarmes weniger entwickelt ist, stellt das dorsale Magengefäss die einfache Verlängerung des einfachen Dünndarm-Rückengefässes dar, wobei es aber auch wieder einen geflechtartigen Bau annehmen kann, wie z. B. bei *Cucumaria cucumis* nach Hamann (93). Die Verbindung des dorsalen Magengefässes (bez. -geflechtes) mit dem Ringgeflecht findet dicht an der Stelle statt, wo der dorsale Steinkanal sich an den Ringkanal des Wassergefässsystems ansetzt.

Von beiden Magengefässen (bez. -geflechten) gehen zahlreiche Aeste ab in die Wand des Magens, wo sie durch weitere Verzweigung und Anastomosenbildung ein ähnliches Gefässnetz bilden, wie wir es in der Wand des Dünndarmes kennen gelernt haben. Bei *Stichopus variegatus* fand Semper die Maschen dieses Netzes weiter und mehr in die Länge

*) Bei Semper (238) in der Erklärung zu seiner Tafel XXXII als Schlundrückengefäss bezeichnet.

gestreckt als in der Dünndarmwand, auch treten in dieselben (wenigstens an der dorsalen Seite des Magens) keine blinden Ausbuchtungen der Gefässe ein. Am hinteren Ende des Magens hört dies Gefässnetz auf, ohne sich mit dem vorderen Ende des Gefässnetzes der Dünndarmwand zu verbinden; beide Netze bleiben hier durch einen schmalen Zwischenraum gesondert und stehen also nur mittelbar durch die Hauptgefässe des Magens und Dünndarmes in Zusammenhang. Semper deutet die Meinung an, dass das Magengefässnetz nur von Nebenästen des dorsalen Magengefässes geliefert werde; das ventrale Magengefäss entsende zwar auch Aeste an den Magen, die aber dort angekommen blind zu endigen scheinen. Indessen hat Semper selbst diese Ansicht nur mit zweifelnder Zurückhaltung vorgebracht, und da spätere Forscher, z. B. Danielssen und Koren (50) an *Trochostoma thomsonii*, nichts Derartiges über das Magengefässnetz berichten, so dürfen wir wohl einstweilen mit Danielssen und Koren (50) annehmen, dass wie am Dünndarm so auch am Magen sich auch Aeste des ventralen Gefässes an der Bildung des Netzes betheiligen; doch darf nicht unerwähnt bleiben, dass auch Hamann (93) bei *Holothuria tubulosa* eine „Communication" des ventralen Magengefässes „mit der Darmwandung in Gestalt von Lücken" als nicht vorhanden bezeichnet.

Bezüglich der Lage, welche das Gefässnetz im Inneren der Magenwand einnimmt, gibt Hamann (93) an, dass sich dasselbe bei *Cucumaria cucumis* im Gegensatze zum Gefässnetz der Dünndarmwand und in Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Blutgefässe in der Speiseröhre (s. S. 206) nicht in der inneren, sondern in der äusseren Bindegewebsschicht (s. S. 154) befindet, während Jourdan (114) dasselbe bei *Holothuria tubulosa* auch in der Magenwand in der inneren Bindegewebsschicht antraf.

9. Die Genitalgefässe.

Dass der Blutgefässring bei *Holothuria tubulosa* (Gmel.) einen Ast zu den Geschlechtsorganen entsendet, war schon Tiedemann (273) bekannt. Joh. Müller (184) stellte fest, dass dieses Genitalgefäss auch bei anderen Arten nicht fehlt, und beobachtete insbesondere, dass es bei *Cucumaria planci* (Br.) und *C. frondosa* (Gunn.) einen geflechtartigen Bau hat. Trotzdem blieb Selenka (229), als er dasselbe Gebilde bei den von ihm untersuchten Seewalzen wahrnahm, über seine Bedeutung im Unklaren und beschrieb es als einen gelben, einige mm breiten „Strich", welcher den Genitalgang begleite. Und selbst noch neuerdings, nachdem die Angaben von Semper (238), Théel (263 u. 266), Danielssen und Koren (50) und Hamann (91 u. 93) keinen Zweifel an der wahren Natur dieses „Striches" lassen konnten, haben Vogt und Yung (284) seine Zugehörigkeit zum Blutgefässsystem verkannt und ihm dafür

den Namen des „problematischen Kanales“ (bei *Cucumaria planci*) beigelegt.*)

Durch die Beobachtungen der vorhin genannten Forscher ist das Vorkommen des Genitalgefässes festgestellt bei den Elasipoden, Molpadiiden, Aspido- und Dendrochiroten. Noch nicht nachgewiesen ist dasselbe bei den Synaptiden; doch zweifle ich nicht, dass darauf gerichtete Untersuchungen ein positives Ergebniss haben werden. In der Regel scheint es sich bei dem Genitalgefäss wiederum nicht um ein einfaches Gefäss, sondern um ein strangförmiges Gefässgeflecht zu handeln, wie das schon Joh. Müller bei Cucumarien angegeben hat. Entweder entspringt das Genitalgefäss (bez. -gefässgeflecht) unmittelbar aus dem Blutgefässringe oder es zweigt erst von dem vom Blutgefässringe herkommenden dorsalen Magengefäss ab; jenes ist z. B. der Fall bei den Elasipoden, bei *Cucumaria planci* (Br.), *Phyllophorus mollis* (Sel.), *Holothuria tubulosa* u. a., dieses bei *Stichopus variegatus* Semp., *Trochostoma thomsonii* u. a. In seinem Verlaufe bleibt das Genitalgefäss dem dorsalen Mesenterium ein- oder dicht angelagert und zieht zwischen dem Darmrohr und dem Genitalgang bald gerade, bald geschlängelt zur Geschlechtsbasis. Nach Hamann (91) entsendet es bei *Cucumaria cucumis* während seines Verlaufes Nebenäste, welche in die Bindegewebsschicht des Genitalganges eindringen. An der Geschlechtsbasis angekommen löst sich das Genitalgefäss in Aeste auf, welche die einzelnen Genitalschläuche versorgen. Wie Semper entdeckte, liegen diese Aeste in der Bindegewebsschicht der Genitalschläuche (vergl. S. 191) und stellen hier entweder ein zusammenhängendes Netz dar, welches an das Gefässnetz in der Wand des Darmes erinnert und sich z. B. bei *Holothuria tubulosa* (nach Hamann) und *H. vagabunda* Sel. (nach Semper) vorfindet, oder aber sie bilden einen einzigen, den ganzen Genitalschlauch umfassenden Hohlraum, z. B. bei *Stichopus variegatus* (nach Semper) und *Cucumaria cucumis* (nach Hamann). Auch Vogt und Yung bemerkten die Lacunen in der Bindegewebsschicht der Genitalschläuche bei *Cucumaria planci*, bringen sie aber nicht in Beziehung zum Blutgefässsystem. (Ueber vermuthungsweise von mir als Blutgefässe gedeutete Räume in der Genitalpapille von *Laetmogone wyville-thomsoni* vergl. S. 193).

10. Inhalt des Blutgefässsystemes.

Das Blut lässt in Aussehen und Zusammensetzung eine sehr grosse Aehnlichkeit mit der Inhaltsflüssigkeit des Wassergefässsystemes (s. S. 136 bis 138) erkennen. Die klare Durchsichtigkeit, die es im Leben besitzt,

*) Vogt und Yung scheinen den „problematischen Kanal“ besonders deshalb für ein räthselhaftes, vielleicht rudimentäres Organ zu halten, weil sie sich glauben überzeugt zu haben, dass er an beiden Enden blindgeschlossen sei. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Wie Querschnittsserien lehren, steht der „problematische Kanal“ sowohl mit dem Blutgefässringe als auch mit den Gefässen in den Genitalschläuchen in offener Verbindung.

ist an Weingeistpräparaten durch Gerinnung des starken Eiweissgehaltes milchig getrübt. Die Menge dieser gerinnungsfähigen Substanz scheint durchgängig im Blute eine verhältnissmässig grössere zu sein als in der Wassergefässflüssigkeit. Bei den meisten Arten (z. B. *Synapta digitata, Cucumaria planci*) ist die Blutflüssigkeit ebenso wie die stets ungefärbten Blutzellen vollständig farblos; doch kennen wir auch mehrere Arten mit gefärbter Blutflüssigkeit; so ist sie bei *Holothuria tubulosa* hellbraun oder gelblich nach Tiedemann (273) und Hamann (93), hochgelb bei *Synapta beselii* nach Semper (238) und nach demselben Forscher bräunlich bei *Holothuria impatiens*, dagegen rosenroth bei *Colochirus tuberculosus* und *quadrangularis*. In der Blutflüssigkeit schwimmen dieselben beiden Sorten von Zellen, die wir in der Wassergefässflüssigkeit antrafen, also erstens verästelte amöboide Zellen und zweitens sog. Wanderzellen. Jene sind viel zahlreicher als diese, bewegen sich aber weniger lebhaft; ihre dünnen, pseudopodienartigen Ausläufer zeichnen sich durch starke Verästelung aus; ihr helles homogenes Plasma entbehrt jeglicher körnchen- oder bläschenförmigen Einlagerung und umschliesst einen bei *Holothuria tubulosa, Cucumaria cucumis* und *Synapta digitata* 3—4 μ grossen runden Kern, während die ganzen Zellen einen Durchmesser von 7—8 μ haben. Bei anderen Arten sind diese Zellen bald grösser, bald kleiner; so messen sie bei *Synapta beselii* 12, bei *Stichopus variegatus* 6 μ. Semper und Hamann haben sie als die eigentlichen Blutzellen (Blutkörperchen) bezeichnet*). Die Wanderzellen dagegen, welche Semper (238) unter der Bezeichnung „Schleimzellen" und später Hamann (93) als „Plasmawanderzellen" beschrieb**), bewegen sich zwar lebhafter, aber ohne dabei feine Fortsätze auszusenden und in ihrem Plasma bemerkt man ausser dem runden Kern entweder eine feine Granulirung oder zahlreiche kleine Bläschen (vergl. auch in Betreff der Wanderzellen S. 34); ihre Grösse stimmt im Allgemeinen mit derjenigen der eigentlichen Blutzellen überein, doch kommen bei den Aspidochiroten und Dendrochiroten hier wie in der Haut (s. S. 34) auch mehr als doppelt so grosse vor. Hamann (93) äussert die Vermuthung, dass die Blutzellen und Wanderzellen nur verschiedene Entwicklungszustände derselben Gebilde darstellen. Derselben Ansicht scheint auch Jourdan (114) zu sein, nach dessen Beobachtungen die Wanderzellen schliesslich ihren Kern verlieren und dann nur noch Haufen von gelblich aussehenden Körnchen (Bläschen) darstellen.

Auch nichtzellige Elemente fehlen in der Blutflüssigkeit nicht; denn Semper (238) und Graber (72) fanden in dem Lumen der Gefässe des Wundernetzes, der grossen Darmgefässe und des Blutringes

---

*) Sie wurden zuerst von Leydig (142) bei *Synapta digitata* und von Schneider (227) bei *Holothuria tubulosa*, später auch von Baur (10), Semper (238), Jourdan (114) und Hamann (93) beobachtet.

**) Zuerst erwähnte sie Schneider (227) von *Holothuria tubulosa*.

grosse Mengen eines gelb oder braun gefärbten körnigen „Secretes“ (Semper), welches uns an ähnliche Vorkommnisse in der Wassergefässflüssigkeit (s. S. 137) erinnert und vielleicht aus den vorhin erwähnten Resten der Wanderzellen hervorgeht.

11. Ueber den angeblichen Zusammenhang des Blutgefässsystemes mit dem Wassergefässsystem.

Der Ansicht Cuvier's (46), dass die Blut- und Wassergefässe ein einziges zusammenhängendes Kanalsystem darstellen, wurde von Tiedemann (273) widersprochen. Vergeblich versuchte er vom Wassergefässsystem aus die Blutgefässe oder umgekehrt jenes von diesen aus zu injiciren und konnte auch durch unmittelbare anatomische Untersuchung keinerlei Verbindung beider Systeme auffinden. Seine Injectionsergebnisse sind auch heute noch höchst beachtenswerth, da sie durch ein sehr vorsichtiges Injiciren durch den gelinden Druck einer fallenden Quecksilbersäule, nicht mit der Handspritze, gewonnen wurden. Joh. Müller (185) vermehrte die Kraft der Gründe, welche Tiedemann gegen einen unmittelbaren offenen Zusammenhang beider Kanalsysteme vorgebracht hatte, durch den Hinweis auf die verschiedene Beschaffenheit ihrer Innenwand, die in den Wassergefässen bewimpert ist, in den Blutgefässen jedoch der Wimperung völlig entbehrt; dazu kommt, dass, wie wir früher sahen, die Blutgefässe überhaupt keinen inneren Epithelbelag besitzen. Auch Semper (238) hat trotz aller darauf gerichteten Bemühungen nichts Sicheres über eine Verbindung der Blutgefässe mit den Wassergefässen ermitteln können*). Bei diesem Stande der Sache kann es nicht ins Gewicht fallen, dass Delle Chiaje (38), Milne-Edwards (171 u. **) und Williams ***) den Standpunkt Cuvier's festhielten ohne ihn durch ausschlaggebende Beobachtungen als richtig zu erweisen. Semper hat mit Recht darauf aufmerksam gemacht, dass bei Delle Chiaje und Williams Missverständnisse und Verwechselungen, bei Milne-Edwards aber eine ganz einseitige Auffassung die Veranlassung zu ihrer Stellung in dieser Frage gewesen sind. Kovalewsky (121) ist ebenfalls der Meinung, Blut- und Wassergefässe stünden in Zusammenhang, weil dieselben Zellen in der Flüssigkeit beider angetroffen werden, und auch Semper hält es aus demselben Grunde immerhin für wahrscheinlich, dass irgend ein Zusammenhang beider Systeme vorhanden sein müsse. Dieser Zusammenhang braucht aber meines Erachtens keineswegs die Gestalt einer offenen, unmittelbaren Gefässverbindung zu haben; der Zusammenhang könnte auch durch feine Gewebslücken oder durch die Leibeshöhle (s. d.) vermittelt

*) Auf den bei dieser Gelegenheit von ihm vermutheten Zusammenhang der Blutgefässe mit der Leibeshöhle wird erst später einzugehen sein (s. Kapitel Leibeshöhle).

**) Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée etc. T. III. Paris 1858.

***) Philosoph. Transact. London 1852.

werden; auch könnte sich die Uebereinstimmung der Blutzellen mit den Wassergefässzellen aus einer gemeinschaftlichen Herkunft derselben, sowie aus der selbständigen Bewegungsfähigkeit beider Elemente erklären.

Neuerdings wiederholen sowohl Jourdan (114) als auch Vogt und Yung (284) die Ansicht von der Identität des Blut- und Wassergefässsystemes; ersterer ohne irgendwelche Gründe anzuführen, letztere mit Berufung 1) auf Injektionsergebnisse, 2) auf die Gleichartigkeit der in beiden Systemen befindlichen Flüssigkeit. Was die Injektionen anbelangt, so liessen Vogt und Yung dieselben von der Hand eines Dritten herstellen und geben uns in ihren Mittheilungen weder die Möglichkeit an die Hand zu prüfen, ob die Injektionen mit den gerade hier besonders nöthigen Vorsichtsmaassregeln vorgenommen worden sind, noch haben sie sich selbst durch nachträgliche Schnittserien die Gewissheit verschafft, dass bei der Injektion des Blutgefässsystemes von der Poli'schen Blase aus nirgends Zerreissungen eingetreten waren. Was ferner die behauptete Uebereinstimmung der Inhaltsflüssigkeit, nicht nur der Inhaltszellen, betrifft, so besteht dieselbe durchaus nicht in dem Maasse. Die Blutflüssigkeit (s. S. 221) ist reicher an gerinnungsfähigen Substanzen und oft auch anders gefärbt als Wassergefässflüssigkeit (s. S. 136).

Es fehlt demnach jetzt wie früher an einem zwingenden Beweise für eine offene unmittelbare Verbindung des Blutgefässsystemes mit dem Wassergefässsysteme. Solange dieser Beweis nicht erbracht ist, kann es nur Verwirrung anrichten, die beiden durch die Beschaffenheit ihrer Wandung und ihrer Inhaltsflüssigkeit verschiedenen Gefässsysteme als eine anatomische Einheit zu behandeln.

XIII. Wimperorgane der Synaptiden.

Die Synaptiden besitzen in der Leibeshöhle und zwar in der Regel in Verbindung mit den Mesenterien zahlreiche, eigenthümliche Wimperorgane, welche bei keiner anderen Seewalzen-Familie vorkommen und deshalb mit Recht von Semper (238) in die Diagnose der Synaptiden aufgenommen worden sind, worin ihm Lampert (134) und Théel (267) gefolgt sind. Sie werden bald als Wimperbecher oder Wimpertrichter, bald als pantoffel- oder füllhornförmige Wimperorgane bezeichnet. Am besten bekannt sind sie bei den Gattungen *Chiridota*, *Synapta* und *Anapta*; weniger gut sind wir über ihr Vorkommen und ihren Bau bei den übrigen Synaptiden-Gattungen unterrichtet.

Ihre Entdeckung verdanken wir Mertens (33 u. 154), der sie bei *Chiridota rufescens* Br. und *Ch. discolor* Eschsch. beobachtete. Für *Ch. discolor* bestätigte und ergänzte Grube (83) den Mertens'schen Befund, während Joh. Müller (182 u. 183) und Leydig (142) die Ersten waren, welche auch in der Gattung *Synapta* das Vorkommen der Wimperorgane

nachwiesen und in deren feineren Bau einzudringen versuchten. M. Sars (222) beschrieb sie bei *Chiridota laevis* (Fabr.) und Baur (10) wiederholte im Wesentlichen die Angaben von Joh. Müller in Betreff der *Synapta digitata*. Alsdann nahm Semper (238) an tropischen Synaptiden eine neue Untersuchung der Wimperorgane vor, an welche sich neuerdings eingehende Beobachtungen von Semon (235 u. 236) an mittelmeerischen Arten anschlossen. Auch Sluiter (241 u. 242), Duncan und Sladen (56) und ich (153 u. 160) machten einzelne Angaben über die Wimperorgane verschiedener *Chiridota-*, *Synapta-* und *Anapta-*Arten, während sich über die Wimperorgane von *Myriotrochus* (= *Oligotrochus*) und *Acanthotrochus* bei M. Sars (120) und Danielssen und Koren (50) einige Notizen*) finden.

In ihrem Vorkommen, ihrer Anordnung und Vertheilung unterliegen die Wimperorgane manchen Verschiedenheiten, die sich wohl noch vermehren werden, wenn erst noch eine grössere Zahl von Arten darauf untersucht sein wird. Denn im Vergleiche zur Zahl der bekannten Synaptidenarten überhaupt ist es bis jetzt nur eine ziemlich beschränkte Anzahl, bei denen die Wimperorgane genauer studirt worden sind**). Nur einer einzigen Art, nämlich der *Chiridota violacea* Peters, sind die Wimperorgane mit Bestimmtheit abgesprochen worden; doch dürfte Semper ganz im Rechte sein, wenn er dieser von Joh. Müller (184) herrührenden Angabe einigen Zweifel entgegensetzt.

In den meisten Fällen sind die Wimperorgane auf die Mesenterien beschränkt. Nur selten breiten sie sich weiter aus, indem sie nur zum Theile auf den Mesenterien stehen, zum anderen Theile aber auf die Leibeswand übertreten. Ein solches Uebertreten wird angegeben von *Synapta digitata* (Mont.)***), *hispida* Heller, *similis* Semp., *Chiridota rigida* Semp. und *Anapta gracilis* Semp. Falls sich die Wimperorgane wie gewöhnlich nur an den Mesenterien finden, treten sie meistens an allen drei Mesenterien auf, so z. B. bei *Synapta reticulata, recta, nigra* Semp.,

*) Da die genannten skandinavischen Forscher die Gebilde, welche sie bei *Myriotrochus* und *Acanthotrochus* als Wimperorgane der Leibeshöhle erwähnen, wegen Ungunst des Materiales nur höchst unvollständig untersuchen konnten, so lassen wir dieselben im Folgenden ganz unberücksichtigt.

**) Die Art und Weise, wie Lampert (134) in seinen Diagnosen der Synaptidenarten die Wimperorgane berücksichtigt, leidet an grosser Inconsequenz. Während er sie bei keiner einzigen *Synapta*-Art erwähnt, nimmt er sie bei *Anapta gracilis* Semp. und einzelnen *Chiridota*-Arten in die Beschreibung auf, lässt sie aber wieder bei anderen *Chiridota*-Arten, bei denen sie gleichfalls bekannt sind, aus der Beschreibung weg.

***) Bei dieser Art gibt Joh. Müller (183) des Näheren an, dass die auf die Leibeswand übergetretenen Wimperorgane sich in zwei dicht gedrängten Zügen in zwei Interradialfeldern anordnen. Ich kann dem hinzufügen, dass es sich dabei um den mittleren und den linken dorsalen Interradius, also um die Interradien der zwei ersten Darmschenkel handelt. Es wäre von Interesse, auch die anderen oben genannten Arten darauf zu prüfen, ob auch bei ihnen das Uebertreten der Wimperorgane auf die Körperwand sich auf ganz bestimmte Interradien beschränkt.

kefersteinii Sel., *Chiridota rufescens* Br., *dubia*, *incongrua* Semp., *discolor* Eschsch., *Anapta gracilis* Semp. und *subtilis* Sluit. Bei *Synapta nigra* Semp. werden sie am dorsalen Mesenterium bereits seltener und fehlen dort ganz bei *Synapta benedeni* Ludw., wo sie auch am linken Mesenterium sparsam sind, dagegen das rechte Mesenterium in grosser Zahl besetzen. Umgekehrt ist es bei *Chiridota rotifera* (Pourt.) und *pisanii* Ludw. gerade das rechte Mesenterium, dem die Wimperorgane fehlen, während sie am linken und am dorsalen Mesenterium vorkommen.

An den Mesenterien sind die Wimperorgane in der Regel so angebracht, dass sie in einem mehr oder weniger unregelmässigen, einfachen oder doppelten Streifen der Insertionslinie folgen, mit welcher sich das Mesenterium an die Leibeswand befestigt. Seltener, z. B. bei *Chiridota panaensis* Semp., besetzen die Wimperorgane das Mesenterium in breiterer Ausdehnung und reichen dann bis an die Verbindung des Mesenteriums mit dem Darme.

Entweder stehen die Wimperorgane in ziemlich gleichen Abständen von einander oder sie treten zu zwei, drei und mehr zu kleinen Gruppen zusammen, bleiben aber auch dann insofern gesondert, als ein jedes seine eigene Befestigung an das Mesenterium, bez. die Leibeswand, besitzt. In anderen Fällen aber sind eine Anzahl von Wimperorganen enger mit einander verbunden, indem sie einem gemeinschaftlichen Stamm aufsitzen, der seinerseits dem Mesenterium, bez. der Leibeswand aufgepflanzt ist; auf diese Weise entstehen bäumchenförmige Gruppen, die man als Wimperbäumchen bezeichnen kann. Gesonderte Wimperorgane besitzen beispielsweise *Anapta subtilis* Sluit., *gracilis* Semp., *Synapta digitata* (Mont.), *inhaerens* (O. F. Müll.), *benedeni*, *orsinii* Ludw., *molesta*, *reticulata*, *recta*, *nigra* Semp., *Chiridota rotifera* (Pourt.), *pisanii* Ludw. Bald einzeln, bald in Gruppen stehen die gesonderten Wimperorgane z. B. bei *Synapta hispida* Hell. und *Chiridota laevis* (Fabr.), fast immer in Gruppen bei *Synapta kefersteinii* Sel. und *Chiridota discolor* Eschsch. Aus diesen Beispielen geht hervor, dass es auch *Chiridota*-Arten mit gesonderten Wimperorganen gibt. Dagegen besitzen andere *Chiridota*-Arten, z. B. *Ch. rufescens* Br., *panaensis*, *vitiensis*, *dubia* und *incongrua* Semp.*), echte Wimperbäumchen, welche bis jetzt ausserhalb der Gattung *Chiridota* noch nirgends angetroffen worden sind. Trotzdem ist dieses Auftreten der Wimperbäumchen nichts Unvermitteltes, denn es kommt manchmal auch bei Synapten, z. B. bei *Synapta digitata* nach Joh. Müller (183) vor, dass die Stiele von zwei oder mehreren Wimperorganen am Mesenterium durch eine gemeinschaftliche Wurzel verbunden sind. Bei *Chiridota dubia* und *incongrua*

---

*) Bezüglich des Vorkommens gesonderter oder bäumchenförmiger Wimperorgane bei *Chiridota rigida* Semp. stehen die Angaben Semper's in Widerspruch zu einander. Das eine Mal (238, S. 35) sagt er, dass die Wimperorgane dieser Art dem Mesenterium gesondert aufsitzen, das andere Mal (238, S. 19) lässt er sie zu 4—6 an einem gemeinschaftlichen Stiele befestigt sein.

Semp. kommt neben der gewöhnlichen Form der Wimperbäumchen noch eine zweite Form derselben vor, bei welcher der gemeinschaftliche Stamm nicht stielförmig ist, sondern die Gestalt eines breiten länglichen Blattes hat, an dessen Rand die einzelnen Wimperorgane in mehrfacher Reihe befestigt sind*). Die gewöhnlichen Wimperbäumchen haben bald eine ziemlich langgestreckte Gestalt, wie z. B. bei *Chiridota rufescens* Br. (XII, 5) und bestehen dann aus einer oft recht grossen Anzahl kleiner Wimperorgane, bald sind sie kürzer gestielt, gedrungener und aus einer geringeren Zahl verhältnissmässig grosser Wimperorgane gebildet, z. B. bei *Chiridota vitiensis* Semp.

Die Grösse der einzelnen Wimperorgane schwankt selbst bei demselben Individuum etwas, beträgt aber durchschnittlich 0,08—0,4 mm. Bei *Synapta reticulata* Semp. sind die Wimperorgane 0,08 mm lang, bei *S. beselii* Jäg. 0,13 mm, bei *S. similis* Semp. 0,15 mm, bei *S. digitata* (Mont.) 0,1—0,15 und darüber, bei *Chiridota rigida* Semp. 0,21 mm, bei *Anapta gracilis* Semp. 0,32—0,42 mm**). Die Wimperbäumchen der *Chiridota rufescens* Br. haben eine Länge von ungefähr 0,66 mm, während die einzelnen Wimperorgane dieser Bäumchen nur 0,075 mm lang sind. Bei *Chiridota vitiensis* Semp. dagegen sind die Bäumchen nur 0,58 mm lang, bestehen aber aus 0,23 mm langen Wimperorganen. Die abweichend gestalteten Wimperbäumchen mit blattförmigem Stamme bei *Chiridota dubia* sind fast 1 mm lang.

Die gewöhnliche Form, in welcher die Wimperorgane auftreten, stellt ein gestieltes, bilateralsymmetrisches Gebilde dar, welches von vorn oder hinten gesehen einen etwa birnförmigen Umriss hat (XII, 2, 5). Mertens bezeichnete die Organe in wenig zutreffender Weise als „Cylinder" oder „Bläschen", während Joh. Müller den besseren Vergleich mit einem Pantoffel oder Füllhorn gebrauchte; andere Forscher verglichen sie mit einem Becher oder Trichter. Seitenansichten, sowie Ansichten auf das Stielende oder auf das freie Ende der Organe lehren, dass alle diese Vergleiche der Sachlage nicht ganz entsprechen. Es handelt sich nämlich um eine eigenthümlich gebogene, abgerundete Platte, welche eine vordere, im Ganzen concave und eine hintere, im Ganzen convexe Seite unterscheiden lässt. Am Stielende ist die Platte schmäler als am freien Ende und zugleich bis auf eine schmale, vordere, einem Ausguss ähnliche Spalte zusammengebogen; weiter nach dem freien Ende

*) Auch hier widersprechen sich die Angaben Semper's insofern, als er die Wimperbäumchen mit blattförmigem Stamme das eine Mal (238, S. 21) an das Mesenterium des zweiten absteigenden Darmschenkels, also an das rechte Mesenterium verlegt, das andere Mal aber (238, S. 35) sie ausschliesslich dem linken Mesenterium zuweist.

**) In Betreff der Grösse der Wimperorgane bei *Anapta gracilis* finden sich bei Semper abermals einander widersprechende Angaben. S. 18 seines Werkes (238) nennt er die Wimperorgane dieser Art „sehr klein" und S. 35 sagt er von ihnen, dass sie „verhältnissmässig sehr gross" seien. Auch Sluiter (242) hebt bei seiner *Anapta subtilis* die ansehnliche Grösse der Wimperorgane hervor.

zu wird die Platte breiter und ihre Seitentheile biegen sich am Rande etwas nach aussen und hinten.

Die Platte besteht aus einem einschichtigen, wimpernden, ziemlich hohen Epithel, welches von einer dünnen Bindegewebslage getragen wird. Die Epithellage, welche wir als die eigentliche Wimperplatte bezeichnen können, bildet die concave innere Oberfläche des Organes sowie dessen freien Rand, während die convexe äussere Oberfläche von dem erwähnten Bindegewebe und dem dasselbe überkleidenden Cölomepithel dargestellt wird. Die Bindegewebslage und dieser äussere epitheliale Ueberzug derselben bilden die peritoneale Umhüllung und Stütze der Wimperplatte.

Die Zellen der Wimperplatte (XII, 2, 4) tragen, wie schon Joh. Müller bemerkte, lange Wimpern, welche nach Leydig einwärts schlagen. Nach Semon scheint es, dass jede Zelle nur ein einziges Wimperhaar trägt. Die Zellen selbst wurden als solche zuerst von Leydig erkannt; Semon untersuchte sie näher und fand, dass sie bei *Synapta digitata* und *inhaerens* mässig lange, ziemlich dünne Cylinderzellen sind mit verhältnissmässig grossem, langgezogenem Kerne, was ich für *Chiridota rufescens* Br. bestätigen kann. Nach Semon ist das wimpernde Cylinderepithel im ganzen Bereiche der Wimperplatte gleich hoch, während Semper angibt, dass dasselbe an dem Stielende der Wimperplatte (im sog. Grunde des Trichters) fehle. Bei einer Untersuchung der Wimperorgane der *Synapta orsinii* Ludw. gewann ich mitunter den Eindruck, als wenn Semper mit dieser Angabe Recht habe; doch sah es an anderen Präparaten von derselben Art sowie auch von *Chiridota rufescens* so aus, als handle es sich in dieser Gegend nicht sowohl um ein vollständiges Fehlen als vielmehr nur um eine Abflachung des Wimperepithels.

Die peritoneale Hülle (XII, 2, 4) ist eine unmittelbare Fortsetzung des Stieles und weiterhin durch dessen Vermittelung eine Fortsetzung des Mesenteriums oder da, wo die Wimperorgane an der Körperwand ansitzen, eine Fortsetzung der peritonealen Bekleidung dieser letzteren. Joh. Müller und Leydig haben dieses Verhältniss bereits ganz richtig geschildert; sie bezeichnen die Peritonealhülle als eine glashelle, homogene, mit einzelnen Kernen besetzte Membran. Mit diesen „einzelnen Kernen" sind die Kerne der ganz platten Zellen des Cölomepithels gemeint, welches die sehr dünne, hyaline Bindegewebswand überkleidet. Nach Semon sind diese platten Zellen spindelförmig, ganz hell und mit einem länglichen Kerne ausgestattet. Die unter dem Cölomepithel gelegene, auch von Semper erwähnte, feine Bindegewebslage scheint Semon übersehen zu haben, während ich sie bei *Synapta orsinii* Ludw. und *Chiridota rufescens* Br. deutlich wahrnehme. Ein Punkt, der noch der genaueren Aufklärung bedarf, ist das Verhalten der Peritonealhülle am vorderen unteren (also dem Stiele zugekehrten) Bezirke der Wimperplatte, da wo die Wimperplatte den oben erwähnten, einem Ausguss ähnlichen

15*

Ausschnitt zeigt; nach Semon scheint die Peritonealhülle geschlossen über diesen Ausschnitt hinwegzugehen, während die Beobachtungen der übrigen Forscher uns darüber im Zweifel lassen.

Der bald kürzere, bald längere Stiel der Wimperorgane besteht nach Semper aus hyalinem Bindegewebe, welches oberflächlich von den niedrigen Zellen des Cölomepithels überkleidet ist. Semon dagegen scheint der Ansicht zu sein, dass der Stiel in seiner ganzen Dicke lediglich aus spindelförmigen, platten Zellen zusammengesetzt sei. Bei *Synapta orsinii* Ludw., *Chiridota rufescens* Br. und *Ch. pisanii* Ludw. sehe ich aber in Uebereinstimmung mit Semper mit der grössten Deutlichkeit, dass jene platten Zellen nur einen äusseren Ueberzug der glashellen, bindegewebigen Axe des Stieles darstellen. Die hyaline Beschaffenheit dieser Stielaxe, welche mit dem Bindegewebe des Mesenteriums in Einklang steht, macht es erklärlich, dass Leydig das Innere des Stieles als ein Gefäss deuten konnte. Schon Joh. Müller hat dieser Deutung widersprochen und ebenso konnten sich weder Semper noch Semon noch ich selbst (153) von ihrer Richtigkeit überzeugen. Die Muskelfasern des Mesenteriums setzen sich in die Stiele der Wimperorgane nicht fort. Dagegen stellte Semon für die an einem späteren Orte zu erörternde Function der Wimperorgane die bemerkenswerthe Thatsache fest, dass man häufig im Inneren des Stieles denselben Wanderzellen (Schleimzellen Semper's, Plasmawanderzellen Hamann's) begegnet, welche in fast allen bindegewebigen Theilen des Holothurienkörpers sowie auch im Blute und in der Flüssigkeit des Wassergefässsystemes auftreten. An der Wurzel des Stieles gehen seine beiden Schichten unmittelbar über in die betreffenden Schichten des Mesenteriums.

Sind die Wimperorgane zu Bäumchen verbunden, so verhalten sich ihre Einzelstiele ganz ebenso wie bei den gesonderten Wimperorganen. Der gemeinschaftliche Stamm der Bäumchen aber enthält nach Semper auch noch Muskel- und Bindegewebsfasern, welche aus dem Mesenterium in denselben eintreten.

Schliesslich ist noch einmal auf den von der gebogenen Wimperplatte gebildeten Hohlraum zurückzukommen. Leydig beschrieb einen aus dem Grunde dieses Hohlraumes („aus der Tiefe des Füllhornes") hervorragenden Haufen nicht flimmernder, rundlicher Zellen, die grösser als die Wimperzellen sind und bei *Synapta digitata* manchmal dasselbe röthliche Pigment besitzen wie die Zellen des äusseren Darmepithels. Semper dagegen zeigte, dass es sich bei diesem, oft ganz fehlenden und in der Grösse sehr wechselnden Zellenhaufen überhaupt nicht um einen Bestandtheil des Wimperorganes handelt, sondern dass derselbe aus Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit besteht, welche durch die Thätigkeit der Wimpern in das Wimperorgan hineingewirbelt worden sind. Semon bestätigte diesen Befund; er fand den betreffenden Zellenhaufen theils aus Wanderzellen, theils aus abgestossenen Epithelzellen der Leibeshöhle, sowie auch aus Zellen in verschiedenen Stadien des Zerfalles gebildet.

Alle vorstehenden Angaben über den Bau bezogen sich zunächst auf die gewöhnliche Form der Wimperorgane. Bei *Synapta digitata* kommen nach Semon's Entdeckung aber auch noch Wimperorgane von anderer Form vor, welche viel grösser sind, etwa 0,45 mm an Länge erreichen, also die gewöhnlichen Organe um mehr als das Dreifache an Grösse übertreffen und einem eingerollten Blatte ähnlich sehen (XII, 6); über ihren feineren Bau bemerkt Semon nur, dass derselbe keinerlei Unterschied von dem der kleineren Organen erkennen lasse.

XIV. Leibeshöhle.

1. Räume der Leibeshöhle.

Die zwischen Körperwand und Darm befindliche Leibeshöhle stellt einen weiten, mit Flüssigkeit erfüllten und mit einem Epithel ausgekleideten Raum vor. Nebenräume, welche mit diesem Hauptraume der Leibeshöhle in Zusammenhang stehen, sind erstens der stets vorhandene Schlundsinus, zweitens der nur bei Aspidochiroten bekannte Nebenschlundsinus und der in seinem Vorkommen ebenso beschränkte Geschlechtssinus, drittens vielleicht die Pseudohämalkanäle.

a. Schlundsinus, Nebenschlundsinus, Geschlechtssinus. Den Schlundsinus haben wir schon bei einer früheren Gelegenheit (S. 161) als einen Raum kennen gelernt, welcher die Speiseröhre umgibt, nach innen von dieser, nach aussen von dem Kalkringe, den Radialkanälen (bezw. den Fühlerkanälen bei den Synaptiden) und dem Ringkanale des Wassergefässsystemes begrenzt ist und von den Aufhängesträngen der Speiseröhre durchsetzt wird. Falls die äussere Begrenzung des Schlundsinus nur durch die eben genannten Theile zu Stande kommt, steht derselbe durch die vorn von dem Kalkringe, hinten von dem Wassergefässringe begrenzten Zwischenräume der Radial-, bezw. Fühlerkanäle mit der Leibeshöhle in weitem Zusammenhange; dazu kommt, dass auch an seiner hinteren Begrenzung zwischen dem Wassergefässringe und dem Darmrohre eine ringförmige Spalte vorhanden sein kann, welche durch die Aufhängestränge des Darmes nicht vollständig ausgefüllt wird und deshalb auch ihrerseits den Schlundsinus mit der allgemeinen Leibeshöhle in Verbindung setzt. In anderen Fällen ist diese Ringspalte durch Bindegewebe oder durch eine feste Anlagerung des Wassergefässringes an den Darm ganz oder theilweise zum Verschluss gekommen (z. B. bei *Stichopus variegatus* Semp.). Die vorhin erwähnten Zwischenräume zwischen den Radial-, bezw. Fühlerkanälen stellen Löcher in der vom Kalkring, den Radial- bezw. Fühlerkanälen und dem Wassergefässring gebildeten Aussenwand des Schlundkopfes dar, welche bald kurz, bald lang, bald schmal, bald breit sind. Auf diesem Zustande verharrt die Sache bei den meisten

Dendrochiroten, den Molpadiiden, einzelnen Aspidochiroten (z. B. bei *Mülleria mauritiana* (Quoy u. Gaim.) nach Selenka (229)), einzelnen Synaptiden (z. B. bei *Synapta dubia* Semp.) und vielen Elasipoden (z. B. bei Arten der Gattungen *Oneirophanta*, *Orphnurgus*, *Deima*). Sonst aber verengern sich diese Löcher von ihrem Rande her durch die Ausbildung einer bald sehr dünnen, bald dicken, bindegewebigen Membran, welche mit der Bindegewebsschicht der Radial- bezw. Fühlerkanäle in Zusammenhang steht und eine besondere Aussenwand des Schlundkopfes darstellt, welche gewissermaassen die Radial- bezw. Fühlerkanäle in sich aufgenommen hat. In der Regel werden die Löcher auf solche Weise nur verkleinert, aber nicht verschlossen und liegen dann entweder im vorderen oder im hinteren Theile der Membran. Vorn, also dicht hinter dem Kalkringe befinden sie sich z. B. bei manchen Synaptiden (z. B. bei *Chiridota rigida* (XII, 8), *Ch. panaensis*, *Synapta glabra* Semp.) und den meisten Aspidochiroten (VII, 11); hinten, unmittelbar vor dem Wassergefässring bei vielen Synaptiden (z. B. bei *Synapta beselii* (Jäg.), *vittata* (Forsk.), *reticulata* (XII, 7), *nigra*, *recta* Semp.) und einzelnen Dendrochiroten (z. B. bei *Phyllophorus perspicillum* (Sel.)). Seltener kommt es zu einem vollständigen oder fast vollständigen Verschluss der Löcher, so dass dann für den Schlundsinus nur noch die Ringspalte zwischen Wassergefässring und Darm für seine Verbindung mit der Leibeshöhle übrig bleibt; so verhalten sich zahlreiche Elasipoden (z. B. *Laetmogone wyville-thomsonii* (VII, 9), *Elpidia glacialis*, *Benthodytes sanguinolenta*, *Ilyodaemon maculatus*, *Kolga hyalina**)) und vielleicht auch einzelne Synaptiden (z. B. *Chiridota laevis* (Fabr.)). Nicht selten nimmt die Wand des Schlundsinus eine knorpelartige Beschaffenheit an und wird dann als Knorpelring oder Knorpelplatte des Schlundkopfes bezeichnet. Durch den Besitz eines solchen „Knorpelringes“ sind namentlich diejenigen Synaptiden ausgezeichnet, bei welchen die Verbindungslöcher des Schlundsinus mit der Leibeshöhle dicht vor dem Wassergefässringe liegen (Beispiele s. oben); aber auch bei einer Dendrochiroten-Art, *Phyllophorus perspicillum*, findet sich dieselbe Einrichtung und tritt auch hier in Vereinigung mit derselben Lagerung der Verbindungslöcher auf.

Auch Kalkeinlagerungen sollen in der Wand des Schlundsinus auftreten können. Die einzige darauf bezügliche Angabe rührt von Selenka (229) her, welcher in der Schlundkopf-Wandung von *Cucumaria frondosa* (Gunn.) dicht verfilzte, vor dem eigentlichen Kalkringe gelegene Kalkstäbchen beschreibt. Mir scheinen diese Gebilde wegen ihrer Lage nicht mehr zur eigentlichen, erst am hinteren Rande des Kalkringes beginnenden Schlundsinus-Wand, sondern zum basalen Bezirke des Rüssels (s. S. 140)

*) Von dieser Art behaupten zwar Danielssen und Koren (50) einen vollständigen Abschluss des Schlundsinus von der Leibeshöhle. Da aber ein solches Verhalten bis jetzt bei keiner einzigen anderen Seewalze bekannt ist und ein näherer Nachweis für die Richtigkeit ihrer Behauptung von den genannten Forschern nicht erbracht wird, so wird man derselben wohl einigen Zweifel entgegensetzen dürfen.

oder zur Mundscheibe zu gehören. Ueberdies sah schon Selenka diesen „zweiten Kalkring“ nicht bei allen Exemplaren in gleicher Deutlichkeit; Duncan und Sladen (56) vermissten ihn stets bei erwachsenen Thieren und konnten nur einmal bei einem kleinen Exemplare eine Andeutung davon an der Spitze der Interradialstücke des Kalkringes entdecken; nach Lampert (134) kommt er dadurch zu Stande, dass die Vorderenden aller Stücke des Kalkringes durch Kalkfäden miteinander in Verbindung stehen. Eine grössere morphologische Bedeutung scheint demnach diesem „zweiten Kalkringe“ nicht zuzukommen.

b. Als Geschlechtssinus bezeichnete Semper (238) einen Nebenraum der Leibeshöhle, dem er nur bei gewissen Aspidochiroten begegnete, so z. B. bei *Stichopus variegatus* Semp., *Holothuria impatiens* (Forsk.), *Mülleria lecanora* Jäg. u. a. Derselbe entsteht dadurch, dass sich hinter dem Blutgefässringe eine schmale, kanalförmige Verlängerung der Leibeshöhle in das dorsale Mesenterium einsenkt und daselbst zwischen Speiseröhre und Genitalgang bis zur Genitalbasis sich erstreckt.

Bei den meisten, aber nicht bei allen Arten, welche einen Geschlechtssinus besitzen (ausgenommen ist z. B. *Mülleria lecanora*), bemerkte Semper, dass sich der Schlundsinus auch noch hinter dem Wassergefäss- und Blutgefässringe eine Strecke weit auf dem Darme nach hinten verlängert. Er nannte diese Verlängerung den Nebenschlundsinus und schilderte denselben als „einen von zahlreichen radiären Fasern durchzogenen Hohlraum, der ausser durch eine Reihe feiner, am Mesenterium liegender Oeffnungen mit einer Ringspalte dicht hinter der Halskrause (d. i. Blutgefässring) in die Leibeshöhle mündet“; er reicht nach hinten nicht ganz so weit wie der Geschlechtssinus und steht auch an seinem Hinterende durch feine Oeffnungen mit der Leibeshöhle in Verbindung.

Anhangsweise ist bei den eben besprochenen Nebenräumen der Leibeshöhle auch noch einer Einrichtung zu gedenken, welche Danielssen und Koren (50) bei einer Elasipodenform erwähnen. Bei *Kolga hyalina* fanden sie in der Gegend des „Halskragens“, im mittleren dorsalen Interradius an der Innenseite der Körperwand einen Hohlraum, welcher durch zwei Paar länglicher, quergestellter Oeffnungen mit der Leibeshöhle zusammenhängt. Die Aussenwand dieses Hohlraumes wird von der Körperwand gebildet, während die einem Diaphragma ähnliche Innenwand aus Bindegewebe und Muskelfasern, sowie einem wimpernden peritonealen Epithelüberzug zusammengesetzt ist. An den vier Oeffnungen ordnen sich die Muskelfasern kreisförmig zu je einem Schliessmuskel. Der Hohlraum selbst setzt sich an seiner Aussenwand durch sechs runde Oeffnungen in die Innenräume der sechs Papillen fort, aus deren Vereinigung der ganze Halskragen besteht. Nach dieser Darstellung würde es sich demnach bei den „Halskragen“-Papillen der *Kolga hyalina* nicht um ambulacrale Anhänge, sondern lediglich um Aussackungen der Körperwand handeln. Nach den an anderen Elasipoden angestellten Beobachtungen von Théel (266) ist es aber sehr wahrscheinlich geworden, dass eine Nachunter-

suchung der *Kolga hyalina* zu einer Berichtigung der Danielssen und Koren'schen Angaben in dem Sinne führen wird, dass die Innenräume jener Papillen nicht zur Leibeshöhle, sondern zum Wassergefässsystem gehören; alsdann würde der „Halskragen" der *Kolga hyalina* dem bei anderen Elasipoden als Rückensegel (s. S. 111) bezeichneten Gebilde entsprechen.

c. Pseudohämalkanäle und Epineuralkanäle. Schon bei Betrachtung der Radialgefässe des Blutgefässsystemes (s. S. 203 und 204) haben wir einen zwischen dem Radialnerven und dem radialen Blutgefäss oder, wo dieses noch nicht nachgewiesen worden ist, zwischen dem Radialnerven und dem radialen Wassergefäss gelegenen Hohlraum kennen gelernt und als Pseudohämalkanal*) bezeichnet. Derselbe (VII, 15 c und Holzschnitt 13 auf S. 119 bei B**)) wurde nach einigen Andeutungen bei Joh. Müller***) und in den Abbildungen Semper's (238)†) zuerst von Greeff (77) genauer beschrieben und als radiales Nervengefäss bezeichnet. Unter derselben Benennung schilderte Teuscher (261) den Pseudohämalkanal bei *Cucumaria cucumis* (Risso), *planci* (Br.), *Psolus squamatus* (Düb. u. Kor.), *Holothuria tubulosa* (Gmel.), *Caudina arenata* (Gould)††). Danielssen und Koren (50) bildeten ihn ohne weitere Erläuterung ab in Querschnitten durch einen Radius von *Trochostoma arcticum* (v. Marenz.) und *boreale* (Sars). Théel (266) fand ihn auch bei Elasipoden, z. B. bei seiner *Laetmogone wyville-thomsoni*, und bezeichnete ihn ebenfalls als Neuralkanal; nach seinen Abbildungen kann derselbe mitunter fehlen, z. B. im mittleren ventralen Radius von *Kolga nana* Théel und in den beiden dorsalen Radien von *Oneirophanta mutabilis* Théel. Nachdem so bei allen Familien mit Ausnahme der Synaptiden

---

*) Nicht zu verwechseln mit Théel's Pseudhämalgefässen, womit die Blutgefässe selbst gemeint sind; vergl. Anm. S. 198.

**) Vergl. dazu Anm. S. 204.

***) Was Joh. Müller (184 u. Nachtrag dazu) bei tropischen Synapten erst als radiale Blutgefässe, dann als Kanäle, in welchen die Radialnerven liegen, bezeichnet hat, liesse sich wenigstens zum Theil als Pseudohämalkanäle deuten. Denn bei einer späteren Gelegenheit (183) spricht er den grossen exotischen Synapten zwei dicht über einander gelagerte radiale Kanäle zu, von denen der äussere für den Nerven bestimmt sei, während er den inneren, wie aus noch späteren Angaben (185) hervorgeht, für das radiale Wassergefäss hält (s. S. 118). Die betr. Beobachtungen Joh. Müller's sind aber offenbar an schlecht erhaltenem Material angestellt und ihre Darstellung lässt für ein ganz sicheres Beurtheilen dessen, was Müller insbesondere an *Synapta beselii* Jäg. eigentlich gesehen hat, den Mangel einer Abbildung sehr fühlbar werden. Was die Deutung des von ihm erwähnten äusseren, für den Nerven bestimmten Kanales namentlich erschwert, ist der Umstand, dass Hamann (93) an gut conservirten Exemplaren von *Synapta digitata* (VII, 12) überhaupt nichts von demselben wahrgenommen hat.

†) Er nennt sie die radiale Nervenröhre, deren Wand aus den von ihm als Bestandtheile des Radialnerven betrachteten Schichten n^2—n^4 (s. S. 67) gebildet ist.

††) Was aber Teuscher bei *Synapta digitata* als Nervengefäss bezeichnet, ist das radiale Wassergefäss.

das Vorkommen radialer Pseudohämalkanäle festgestellt zu sein schien, trat Jourdan (114) mit der Behauptung auf, dass es sich dabei nur um ein Kunstprodukt handle und dass insbesondere die von ihm untersuchten Arten *Holothuria tubulosa* (Gmel.), *Stichopus regalis* (Cuv.) und *Phyllophorus marionii* (= *Cucumaria marioni* v. Marenz.) keinen derartigen Kanal, den er „äusseres Ambulacralgefäss" nennt, besitzen*). Auffallend ist bei dieser Behauptung die Schwäche der Beweisführung, die umsoweniger überzeugend wirkt, als Jourdan gleichzeitig den sonst von ihm bestrittenen Kanal bei einer anderen Art, nämlich bei *Haplodactyla musculus* (Risso)**) wenn auch mit einigem Zweifel als vorhanden beschreibt und abbildet. Die nächsten Forscher Semon (233) und Hamann (93) schildern denn auch das Vorkommen und die Lage des Pseudohämalkanales wieder in wesentlicher Uebereinstimmung mit den früheren Angaben bei *Holothuria tubulosa* (VII, 15), *poli*, *Cucumaria cucumis* und *planci****), weichen aber in der Deutung des Kanales von einander ab. Semon bestreitet, dass er ein Theil des Blutgefässsystemes sei, während Hamann ihn geradezu als die radiale Blutlacune bezeichnet. Ebenso rechnen Vogt und Yung (284) den auch von ihnen bei *Cucumaria planci* beobachteten Kanal zum Blutgefässsystem und nennen ihn die secundäre†) Lacune. Es ist bemerkenswerth, dass diese Deutung des Pseudohämalkanales als eigentliche Blutbahn sich gerade bei denjenigen Forschern findet, welche das wirkliche radiale Blutgefäss übersehen haben (s. S. 204). Was aber gegen diese Deutung spricht, ist einmal der Umstand, dass nach innen von dem Pseudohämalkanal ein besonderes radiales Blutgefäss vorkommt (s. S. 203—204), ferner die innere Auskleidung und der Inhalt der Pseudohämalkanäle und endlich das Verhalten derselben in der Nähe des Mundes.

Die innere Auskleidung wird von einem einschichtigen, flachen Epithel gebildet, welches in seiner ganzen Gestaltung mit dem der Leibeshöhle übereinstimmt, während die Blutgefässe (s. S. 201) des Epithels ermangeln. Beobachtungen über dieses Epithel besitzen wir nur von

---

*) Die Meinung Jourdan's, es habe auch schon Teuscher das Greeff'sche Nervengefäss in Abrede gestellt, kann nur auf einem Missverständnisse beruhen. Was Teuscher an der Greeff'schen Darstellung als unzutreffend bezeichnet, ist nicht das nach innen vom Radialnerven gelegene Nervengefäss, sondern ein anderer, nachher (s. S. 235) zu erörternder Raum, der nach Greeff nach aussen von dem Radialnerven liegen soll.

**) Was für eine Holothurie Jourdan übrigens unter diesem Namen meint, ist eine recht zweifelhafte Sache; vergl. Anm. auf S. 61.

***) Auch für *Cucumaria crocea* (Less.) kann ich das Vorhandensein des Pseudohämalkanales angeben. Mir scheint übrigens der in Rede stehende Kanal auch bei gewissen Synaptiden vorzukommen; denn ich finde an einem vortrefflich conservirten Exemplare von *Chiridota rufescens* Br. zwischen dem Radialnerven und dem radialen Wassergefäss einen Hohlraum, den ich für nichts anderes als den Pseudohämalkanal halten kann

†) „Secundär" im Gegensatze zu der von ihnen angenommenen, nach aussen vom radialen Nerv gelegenen „Lacune".

Teuscher (261) und Semon (233). Jener bezeichnet das Epithel an der äusseren, dem Nerven anliegenden Begrenzung des Pseudohämalkanales als ein „gewöhnliches Epithel“ und stellt es in seinen Abbildungen als einschichtig und sehr niedrig dar. Semon lässt in diesem Bezirke den Pseudohämalkanal von der „inneren Zellschicht des Nerven“ begrenzt sein. Wir haben bei Betrachtung der Radialnerven (S. 68 u. 69) gesehen, dass die nervöse Natur dieser „inneren Randzellen“ noch keineswegs ganz aufgeklärt ist; was aber ihre Form angeht, so stimmt Semon insofern mit Teuscher's Befund überein, dass es sich um eine niedrige, einschichtige Zellenlage handelt. Auch an der gegenüberliegenden, dem radialen Blutgefäss und dem Wassergefäss anliegenden Wand trafen Teuscher und Semon dasselbe niedrige einschichtige Epithel an. Nur bei *Holothuria tubulosa* soll dieses Epithel nach Teuscher eine ganz abweichende Gestaltung in der Weise annehmen, dass die Zellen einen kurzen Stiel bekommen, der sie an die bindegewebige Unterlage befestigt, im übrigen aber gesondert von einander in den Pseudohämalkanal frei hineinragen. Indessen hat Semon bei derselben Art nichts Derartiges wahrzunehmen vermocht. — Was den Inhalt des Pseudohämalkanales angeht, so hebt Semon mit Recht hervor, dass man das in den eigentlichen Blutbahnen so häufige Gerinnsel niemals in denselben antrifft.

Nach dem Munde zu bleibt der Pseudohämalkanal nach Teuscher (bei *Holothuria tubulosa*) in seiner Lagebeziehung zum Radialnerven, radialen Blutgefäss und radialen Wassergefäss bis zu der Stelle, an der sich das letztere an die Innenfläche des Kalkringes wendet; von dort an trennt sich der Pseudohämalkanal vom radialen Wassergefäss und folgt dem Nerven bis zu dessen Eintritt in den Nervenring; hier angekommen mündet er in einen dem Nervenring von innen anliegenden Pseudohämalring. Semper dagegen war der Meinung, dass die Pseudohämalkanäle (seine radialen Nervenröhren) am Nervenring, ohne einen Ringkanal zu bilden, blindgeschlossen endigen; bei seiner *Cucumaria japonica* vermuthet er, dass sie sich mit fünf Paar räthselhaften, birnförmigen, sulzigen Körpern verbinden, welche er im Schlundsinus dieser Art antraf. Es wird die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, das Verhalten der Pseudohämalkanäle an ihrem oralen Ende genauer zu erforschen und insbesondere auch die wichtige Frage nach dem etwaigen Zusammenhange derselben (oder des Pseudohämalringes) mit der Leibeshöhle zu beantworten; einstweilen lässt sich ein solcher Zusammenhang nur vermuthen, wie denn überhaupt die hier, im Kapitel Leibeshöhle, vorgenommene Besprechung der Pseudohämalräume eben nur auf dieser Vermuthung beruht.

Während seines Verlaufes gibt jeder der fünf radialen Pseudohämalkanäle nach Teuscher Nebenäste ab, welche die Füsschen- und Fühlernerven begleiten. Vogt und Yung (284) scheinen bei *Cucumaria planci* an Querschnitten durch die Fühlerwurzel jene Pseudohämalkanäle

der Fühler gesehen zu haben*). Ebenso rechnen wir hierhin die von Jourdan (114) im Fühlerstiele der *Holothuria tubulosa* beschriebene Lacune (s. S. 99 u. 206), sowie vermuthungsweise die von demselben Forscher in den Füsschen der *Holothuria impatiens* bemerkten Lücken (s. S. 206). Im Ganzen ist aber unsere Kenntniss solcher Nebenäste der radialen Pseudohämalkanäle eine ausserordentlich mangelhafte.

Im Bereiche der Radien wird ausser dem vorhin betrachteten Pseudohämalkanal, dem Blutgefäss und dem Wassergefäss noch ein vierter kanalartiger Raum angegeben, der sich an der äusseren Seite des Radialnerven zwischen diesem und der Lederhaut befinden soll. Wir wollen denselben seiner Lage entsprechend als Epineuralkanal bezeichnen. Da auch er für ein Blutgefäss gehalten worden ist, könnte man ihn ebenfalls als einen Pseudohämalkanal benennen und von dem oben betrachteten inneren, d. h. an der Innenseite des Radialnerven befindlichen Pseudohämalkanal als äusseren Pseudohämalkanal unterscheiden; indessen würde das voraussetzen, dass er mit jenem in seiner morphologischen Bedeutung übereinstimmt. Da es uns darüber bis jetzt an sicherer Kenntniss fehlt, ziehe ich es vor, ihn einstweilen lediglich nach seiner Lage den Epineuralkanal zu nennen. Semper bildete denselben in einem Querschnitte durch ein Ambulacrum von *Holothuria erinaceus* Semp. ab, zeichnete ihn aber in entsprechende Querschnittsbilder von *Cucumaria japonica* Semp. nicht ein und ist der Meinung, dass er nur durch die leichte Ablösbarkeit des Nerven von der Lederhaut zu Stande komme. Auch Teuscher leugnete, dass derselbe eine normale Bildung sei, und Semon (VII, 15) scheint sich dieser Ansicht anzuschliessen; Hamann deutet ihn zweimal**) in Querschnittsbildern durch ein Ambulacrum von *Cucumaria planci* an, ohne sich jedoch darüber irgendwie zu äussern. Bei *Cucumaria crocea* (Less.) sehe ich ihn als einen feinen Spaltraum zwischen Cutis und Nerv, von dem ich einstweilen nicht zu entscheiden vermag, ob er ein normales Gebilde oder ein Kunstprodukt ist. Greeff (77) dagegen erklärt ihn unter der Bezeichnung „dritter Kanal"***) für ein regelmässig vorhandenes Gebilde und will darin (worauf an dieser Stelle nicht weiter einzugehen ist) das Homologon der Ambulacralrinne der Asterien erkennen. Auch Vogt und Yung beschreiben ihn bei *Cucumaria planci* unter dem Namen der „Nervenlacune"; aber ihre Abbildung (284, Fig. 311, W) verräth deutlich, dass das untersuchte Exemplar mangelhaft conservirt war. Bei dieser Sachlage wird man den Epi-

---

*) Erklären dieselben aber in der Erläuterung zu ihrer Figur 311 in ganz unverständlicher Weise als „u, Wassergefässkanal". Wäre diese Erklärung richtig, dann umschlösse, was thatsächlich niemals der Fall ist, jeder Tentakel zwei Wassergefässäste, nämlich den von Vogt und Yung mit s und den mit u bezeichneten.

**) (91, Taf. XII, Fig. 72) und (93, Holzschnitt auf S. 67); dagegen findet sich in dem VII, 12 copirten Querschnitt von *Synapta digitata* nichts davon

***) Sein „erster Kanal" ist das radiale Wassergefäss, sein „zweiter Kanal" ist unser Pseudohämalkanal.

neuralkanal kaum als einen normalen Bestandtheil der Seewalzen-Organisation ansehen können, jedoch für eine bestimmte Entscheidung das Ergebniss weiterer Untersuchungen abwarten müssen.

Bei *Phyllophorus marionii* (v. Marenz.) und *Haplodactyla musculus* (Risso) gibt Jourdan (114) an der dem Epineuralkanal entsprechenden Stelle eine mit Wanderzellen erfüllte Lücke an, welche dadurch auffällt, dass sie sich nach den Seiten hin ausdehnt und mit einer anderen grossen Lücke verbindet, welche sich zwischen die Lederhaut und die Quermuskelschicht der ganzen Leibeswand einschiebt. Dieselbe grosse Lacune der Körperwand beschreiben auch Vogt und Yung (284) von *Cucumaria planci* und sind der Ansicht, dass sie mit der Leibeshöhle in Verbindung stehe. Indessen ermangelt diese Ansicht einstweilen jeder näheren Begründung. Dass man an contrahirten Weingeistexemplaren mancher Holothurien, namentlich aus der Gruppe der Dendrochiroten, mit Leichtigkeit die vom Peritoneum überzogene Quermuskulatur als eine zusammenhängende Schicht von der Innenseite der Cutis ablösen kann, ist bekannt. Zweifelhaft aber ist, ob diese leichte Ablösbarkeit auf dem normalen Vorhandensein einer Lücke zwischen Quermuskulatur und Lederhaut beruht oder ob nicht erst durch Contraktion eine Lockerung des Zusammenhanges an dieser Stelle eingetreten ist. Erst wenn die erwähnte Lacune der Körperwand als eine normale Bildung erwiesen ist, wird es sich weiter darum handeln ihre Verbindung mit anderen Hohlräumen zu prüfen.

2. Verbindung der Leibeshöhle mit anderen Hohlräumen des Körpers oder mit der Aussenwelt.

Wie aus dem Verhalten des Steinkanales und insbesondere seines Madreporenabschnittes (s. S. 128—136) hervorgeht, steht die Leibeshöhle bei den allermeisten Seewalzen durch Vermittelung des Steinkanales mit dem Wassergefässsysteme in offenem Zusammenhang. Nur bei denjenigen Elasipoden (s. S. 134 u. 135), deren Steinkanal die Körperwand durchbricht und nach aussen mündet, besteht jener Zusammenhang nicht. Ebenso wie diese Elasipoden verhalten sich auch bei allen übrigen Holothurien die jungen Thiere (vergl. das Kapitel Entwicklungsgeschichte). Daraus folgt, dass die Verbindung der Leibeshöhle mit dem Wassergefässsysteme durch Vermittelung des Steinkanales keine ursprüngliche, sondern eine secundäre Einrichtung darstellt. Leibeshöhle und Wassergefässsystem sind deshalb trotz all ihrer nahen Beziehungen als verschiedene Organe auseinanderzuhalten und nicht mit Semper als eine anatomische Einheit zu betrachten. — Eine Verbindung der Leibeshöhle mit dem Blutgefässsysteme ist bezüglich der Synaptiden von Leydig (142) behauptet worden, jedoch, wie wir weiter oben bei Besprechung der Wimperorgane (s. S. 228) gesehen haben, mit Unrecht. Auch Semper vermuthet eine Verbindung des Blutgefässsystemes mit

der Leibeshöhle, aber an einer ganz anderen Stelle als Leydig und auch nicht bei Synaptiden, sondern bei Aspidochiroten. Veranlassung zu seiner Vermuthung bot ihm der Umstand, dass er an den Blutgefässen, welche am Geschlechtssinus verlaufen, „einige Male offene Mündungen zu sehen glaubte". Näheres über diese „Mündungen" ist bis jetzt von keiner Seite bekannt geworden.

Ob die Leibeshöhle in offener, unmittelbarer oder mittelbarer Verbindung mit der Aussenwelt steht, ist eine noch immer nicht ganz erledigte Frage. Seit Quatrefages (210) eine solche Verbindung behauptete, haben zahlreiche Forscher danach gesucht, ohne sich von ihrem Vorhandensein überzeugen zu können. Anderseits lauten aber die Angaben von Quatrefages so bestimmt, dass es nicht leicht wird eine vollständige Täuschung anzunehmen. Er schildert bei *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) schwer wahrnehmbare, bewimperte Oeffnungen (Spiracula), von denen bald vier, bald fünf vorhanden sind und den Interradien entsprechend zwischen je zwei Fühlern die Körperwand durchsetzen. Sie sollen in ihrer Lage den durchbohrten Stücken des Kalkringes entsprechen. Aber gerade diese Angabe ist geeignet Zweifel an der Zuverlässigkeit der Quatrefages'schen Beschreibung zu erwecken; denn wie bereits Baur (10) richtig hervorhob, liegen die durchbohrten Stücke des Kalkringes gar nicht interradial, sondern radial. Schon Joh. Müller (180) konnte die von Quatrefages behaupteten Oeffnungen weder bei conservirten grossen Synapten noch bei lebenden Exemplaren der *Synapta digitata* wiederfinden; doch äusserte er zur Erklärung der Quatrefages'schen Angaben die Vermuthung, dass die von jenem beschriebenen Oeffnungen vielleicht identisch seien mit den von ihm bei *Synapta*-Larven gesehenen „contractilen Rosetten", für welche wir auf das Kapitel Entwicklungsgeschichte verweisen. Semper (238) leugnet ebenfalls die Quatrefages'schen Spiracula, hält aber trotzdem eine Verbindung der Leibeshöhle mit der Aussenwelt für wahrscheinlich, vermuthet eine solche aber an einer ganz anderen Stelle, nämlich an der Wand der Kloake. An dieser Stelle vermochte indessen weder er selbst noch irgend ein anderer Forscher bis jetzt auch nur die Spur von Oeffnungen nachzuweisen, sodass seine Vermuthung den Thatsachen nicht zu entsprechen scheint. Auch eine mittelbare Verbindung der Leibeshöhle mit der Aussenwelt nimmt Semper an. Dieselbe finde sich nur bei den kiemenbesitzenden Formen und komme durch die von ihm beschriebenen Oeffnungen an den Endästen der Kiemen zu Stande. Wir haben aber weiter oben bei Betrachtung der Kiemen (s. S. 173) gesehen, dass auch diese Oeffnungen ein sehr zweifelhaftes Dasein führen, und kommen demnach zu dem Schlusse, dass es überhaupt bislang an einem sicheren Nachweise einer Verbindung der Leibeshöhle mit der Aussenwelt fehlt. Dass eine solche Verbindung vorübergehend, also nicht als dauernde Einrichtung, auftreten kann, soll damit nicht geleugnet werden. Wir werden auf diesen Punkt aber erst später einzugehen haben, wenn

es sich darum handelt, die Funktion der Cuvier'schen Organe, sowie die Ausstossung der Eingeweide zu erörtern; ebenso werden wir auf diesen Punkt bei Betrachtung solcher Fälle von Brutpflege zurückkommen müssen, in welchen die Jungen sich in der Leibeshöhle des mütterlichen Thieres entwickeln.

3. Auskleidung der Leibeshöhle.

Die Leibeshöhle ist von einer einschichtigen Zellenlage, dem Cölom- oder Peritonealepithel ausgekleidet, welches die innere Oberfläche der Körperwand sowie alle inneren Organe (Darm, Mesenterien, Kalkring, Wassergefässring, Steinkanal, Poli'sche Blase, Fühler- und freie Füsschen-Ampullen, Blutgefässe, Kiemenbäume, Geschlechtsorgane u. s. w.) überzieht. Wir haben dieses Cölomepithel schon mehrfach bei Besprechung des feineren Baues der betreffenden inneren Organe kennen gelernt (vergl. auch die Abbildungen VII, 10, VIII, 2, 3, IX, 1, 2, 4, 6, 8, X, 12, XII, 1, 4). Zusammenfassend sei hier über dasselbe nur bemerkt, dass es in der Regel aus flachen, platten, bewimperten Zellen zusammengesetzt ist. Mitunter, z. B. an der Körperwand von *Cucumaria cucumis* nach Hamann (91), werden die Zellen durch Contractionen der von ihnen besetzten Organe vorübergehend höher und erscheinen dann bald würfel-, bald pallisadenförmig. Nur bei den Synaptiden wird von einzelnen Forschern (s. S. 164) angegeben, dass wenigstens auf den Mesenterien die Wimperung fehle; auch der Stiel und die Peritonealhülle der bei derselben Familie vorkommenden Wimperorgane (s. S. 227 und 228) scheinen der Bewimperung ihres Cölomepithels zu entbehren.

Das Cölomepithel ist weiterhin dadurch ausgezeichnet, dass bald hier, bald dort, bald vereinzelt, bald zahlreich Wanderzellen (Schleimzellen Semper's, Plasmawanderzellen Hamann's) zwischen den eigentlichen Epithelzellen auftreten. Besonders dann, wenn die Wanderzellen sich in grosser Menge zwischen die Epithelzellen eindrängen, bekommt das ganze Epithel an den betreffenden Stellen ein von seinem sonstigen Verhalten recht verschiedenes Aussehen und erreicht eine ansehnliche Steigerung seiner Dicke. Bald vereinzelt, bald zahlreich finden sich beispielsweise die Wanderzellen im Cölomepithel der Körperwand nach Jourdan (114), der Kiemenbäume nach Semper (238) und Jourdan (114), des Darmrohres nach Jourdan (114) u. s. w.

Eine erheblichere Umbildung erfährt das Cölomepithel auf den Genitalschläuchen der Dendrochiroten und auf den Wundernetz-Gefässen des zweiten Darmschenkels der Aspidochiroten. Auf den Genitalschläuchen erscheint das Epithel alsdann, wie dort (S. 190) näher beschrieben, auffallend hoch und besteht vielleicht nur noch aus mächtig entwickelten Schleimzellen. Auf den Wundernetz-Gefässen (s. S. 214) ist es in ähnlicher Weise umgeändert; seine grossen Zellen lösen sich leicht ab und enthalten oft ein lebhaftes Pigment. Dass Pigmentzellen auch an

anderen Stellen im Cölomepithel auftreten können, hat Semper an den Kiemenbäumen verschiedener Arten beobachtet.

Die Drüsenzellen der Cuvier'schen Organe bei *Holothuria* (s. S. 179) stellen ebenfalls vielleicht nur eine Modification der gewöhnlichen Zellen des Cölomepithels dar. Endlich scheint es auch vorzukommen, dass Zellen des Cölomepithels den Charakter von Epithelmuskelzellen annehmen, wie das Hamann (93) an den Genitalschläuchen der *Holothuria tubulosa* (s. S. 190) beschreibt.

In Betreff der Auskleidung der Leibeshöhle kann schliesslich die Frage nicht unberührt bleiben, ob dieselbe nur von dem vorhin besprochenen Epithel dargestellt wird, oder ob nicht eine dünne, das Epithel tragende Bindegewebslage als ein zweiter Bestandtheil der Leibeshöhlen-Auskleidung in Anspruch genommen werden muss, welcher dann mit dem Epithel zusammen als „Peritoneum" zu bezeichnen wäre. Freilich ist eine solche peritoneale Bindegewebslage nicht überall deutlich zu unterscheiden. Indessen dürfte sowohl die äussere Bindegewebsschicht des Darmrohres (S. 154) und der Kiemenbäume (S. 172) in diesem Sinne gedeutet werden als auch die dünne Bindegewebslage, welche man bisweilen, z. B. bei *Trochostoma thomsonii* nach Danielssen und Koren (50), unter dem Cölomepithel der Körperwand antrifft.

4. Inhaltsflüssigkeit der Leibeshöhle.

Die Flüssigkeit, welche die Leibeshöhle erfüllt, ist bis jetzt nur bei solchen Holothurien untersucht worden, deren Wassergefässsystem mit der Leibeshöhle in offenem Zusammenhange steht; so durch Schneider (227), Semper (238), Hamann (93), Jourdan (114). Wie zu erwarten war, stellte sich dabei eine fast vollkommene Uebereinstimmung der Leibeshöhlen-Flüssigkeit mit der des Wassergefässsystemes heraus. Diese Uebereinstimmung würde in Bezug auf die geformten Elemente, welche in der Flüssigkeit schwimmen, eine vollkommene sein, wenn nicht in einzelnen Fällen in der Leibeshöhlen-Flüssigkeit ausser den auch in der Wassergefäss-Flüssigkeit vorkommenden beiden Arten von Zellen (s. S. 137) noch andere besondere Zellen aufgefunden worden wären*). Semper beobachtete nämlich bei *Phyllophorus cebuensis* (Semp.), *Cucumaria canescens* Semp. und *Holothuria coluber* Semp. (bei dieser Art im Genitalsinus) in der Leibeshöhlen-Flüssigkeit eigenthümliche Zellen, welche Krystalle umschlossen, die der Einwirkung von Kali und Essigsäure widerstanden. Bei einer der drei genannten Arten, *Cucumaria canescens*, fand er überdies auch noch runde, 17 μ grosse, schwach gelb oder gelbröthlich gefärbte Zellen in der Leibeshöhle und fügt hinzu, dass

*) Wobei ich davon ganz absehe, dass gelegentlich auch abgelöste Zellen des Cölomepithels in der Leibeshöhlen-Flüssigkeit schwimmen, wie das z. B. Jourdan bei *Cucumaria* beobachtete.

ihm kein anderes Beispiel von gefärbten Zellen in der Leibeshöhlen-Flüssigkeit bekannt geworden sei. Indessen hat Jourdan neuerdings gefunden, dass auch bei mittelmeerischen Holothurien die Wanderzellen sowohl in der Leibeshöhle als auch im Wassergefässsysteme oft ein gelbliches Aussehen haben; ebenso beschreibt Howell (106) rothe Zellen aus den eben genannten Räumen bei *Thyone gemmata* (Pourt.). Und was jene krystallführenden Zellen angeht, so dürften auch sie auf keinen Gegensatz zwischen Wassergefäss- und Leibeshöhlen-Flüssigkeit hindeuten, da durch Danielssen und Koren (50) ähnliche Zellen in der Wassergefässflüssigkeit von *Trochostoma thomsonii* gefunden worden sind (s. S. 137).

Bei in Weingeist conservirten Seewalzen sieht die Flüssigkeit der Leibeshöhle stets etwas milchig getrübt aus, was zum Theile durch Gerinnung eines eiweissartigen Bestandtheiles der Flüssigkeit selbst, zum anderen Theile durch die abgestorbenen geformten Elemente derselben bedingt ist.

Von besonderem Interesse wäre es, zu wissen, wie sich die Leibeshöhlen-Flüssigkeit bei jenen Elasipoden verhält, deren Wassergefässsystem keine Verbindung mit der Leibeshöhle hat. Ob auch in diesem Falle eine völlige Uebereinstimmung beider Flüssigkeiten vorhanden ist, entzieht sich einstweilen unserer Kenntniss.

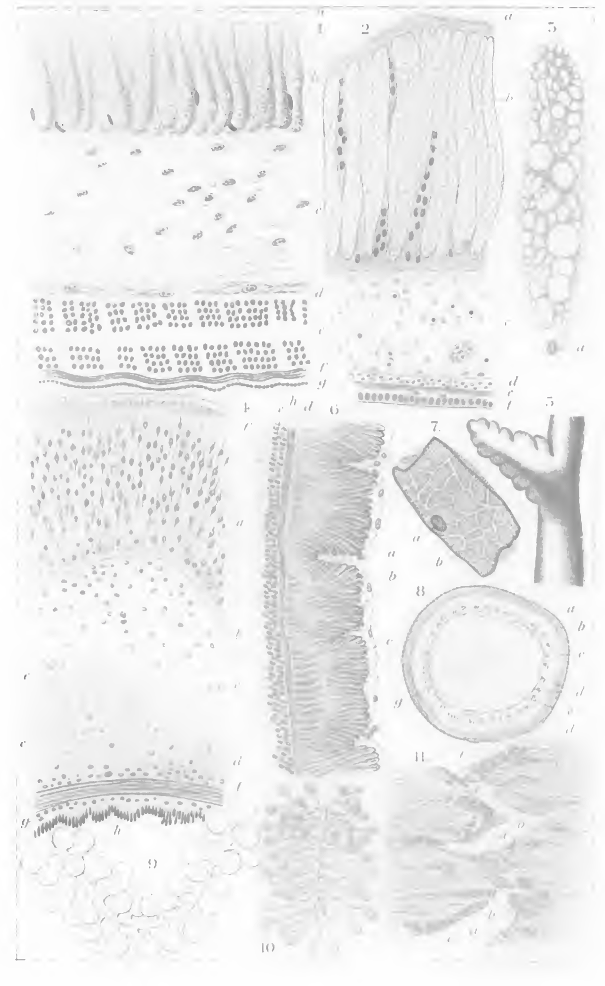
Erklärung von Tafel IX.

Holothurioidea; Darm, Cuvier'sche Organe.

Fig.

1. Längsschnitt durch die Wand des Magens von *Synapta digitata*, vergr.; *a* Cuticula, *b* das aus Drüsenzellen gebildete innere Epithel, *c* die innere Bindegewebsschicht, *d* das Nervengeflecht, *e* die Ringmuskelfasern, *f* die Längsmuskelfasern, *g* die äussere Bindegewebsschicht, *h* das äussere Epithel.
2. Querschnitt durch die Wand des Magens von *Holothuria tubulosa*, vergr.; *a* Cuticula, *b* kolbige oder keulenförmige Drüsenzellen des inneren Epithels, *c* die Bindegewebsschicht, *d* die Längsmuskelfasern, *e* die Ringmuskelfasern, *f* das äussere Epithel.
3. Eine einzelne kolbige (keulenförmige) Drüsenzelle aus dem inneren Magenepithel von *Holothuria tubulosa*, stärker vergr.; *a* Kern.
4. Querschnitt durch die Wand des hinteren Magenendes von *Holothuria tubulosa*, $\frac{210}{1}$; *a* das innere Epithel, *b* Basalmembran desselben, *c* die zellige, *d* die faserige Lage der inneren Bindegewebsschicht, *e* gelbe Körnerhaufen, *f* Ringmuskelfasern, *g* Längsmuskelfasern, *h* das äussere Epithel.
5. Blindsack am dritten Darmschenkel von *Benthodytes sanguinolenta* Théel.
6. Aus einem Längsschnitt durch einen Cuvier'schen Schlauch von *Holothuria impatiens* (Forsk.), $\frac{210}{1}$; *a* das Cölomepithel, *b* die Drüsenzellenschicht, *c* die äussere Bindegewebsschicht, *d* die Längsmuskelfasern, *e* die Ringmuskelfasern, *f* die innere Bindegewebsschicht.
7. Eine einzelne Zelle der Drüsenzellenschicht des vorigen Präparates, $\frac{510}{1}$; *a* Kern, *b* die zu polygonalen Gruppen geordneten Körnchen.
8. Querschnitt durch einen Cuvier'schen Schlauch von *Holothuria poli* Delle Chiaje, schwach vergr.; *a* Cölomepithel, *b* Drüsenzellenschicht, *c* äussere Bindegewebsschicht, *d* Längsmuskelfasern, *e* Ringmuskelfasern, *f* innere Bindegewebsschicht, *g* Axenkanal.
9. Ein einzelner mit Bläschen besetzter Endzweig des verästelten Cuvier'schen Organes von *Mülleria lecanora* Jäg. (vergl. auch Taf X, Fig. 1), vergr.
10. Traubenförmiges Cuvier'sches Organ von *Molpadia chilensis* J. Müll.
11. Aus einem Längsschnitt durch einen Cuvier'schen Schlauch von *Holothuria impatiens* (Forsk.), $\frac{450}{1}$; *a* Axenkanal, *b* homogene Zellen des inneren Wandbelags (Innenepithel), *c* körnchenreiche „Schleimzellen", *d* innere Bindegewebsschicht.

Fig. 1, 2, 3 nach Hamann (93); Fig. 8 nach Hamann (92); Fig. 4, 6, 7, 11 nach Jourdan (114); Fig. 5 nach Théel (266); Fig. 9 und 10 nach J. Müller (185).



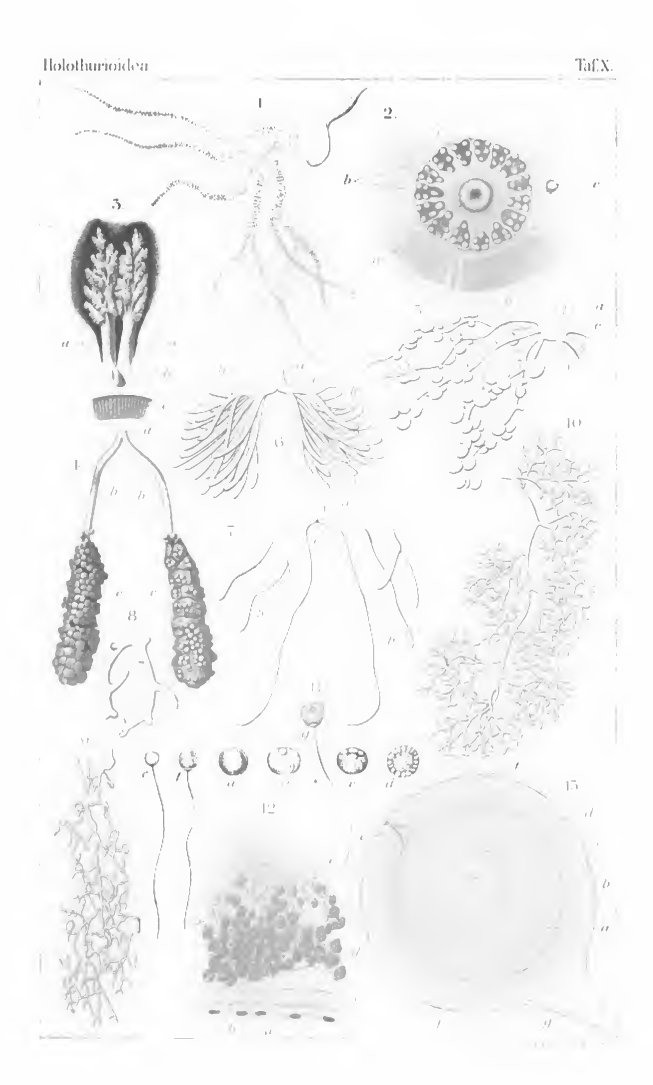
Erklärung von Tafel X.

Holothurioidea; Geschlechtsorgane.

Fig.

1. Verästelte Cuvier'sche Organe von *Mülleria lecanora* Jäg.
2. Vorderende von *Trochostoma albicans* Théel, von vorn gesehen; *a* Mund, *b* Fühlerkranz, *c* Genitalpapille.
3. Die beiden dorsalen Fühler und die Genitalpapille von *Cucumaria elongata* Düb. und Kor. ♂, $\frac{3}{1}$; *a* Fühler, *b* Genitalpapille, *c* Anfang der aufgeschnittenen und auseinander gebreiteten Speiseröhre.
4. Weibliche Genitalorgane von *Euphronides depressa* Théel, $\frac{2}{1}$; *a* Genitalgang, *b* die beiden Genitalschläuche, *c* deren sackförmig angeschwollener Theil.
5. Geschlechtsorgane von *Deima validum* Théel, $\frac{2}{1}$; *a* Genitalgang, *b* die Genitalschläuche der einen Körperhälfte, die der anderen sind in der Zeichnung weggelassen, *c* Geschlechtsbasis.
6. Männliche Geschlechtsorgane von *Oneirophanta mutabilis* Théel, $\frac{3}{1}$; *a* Genitalgang, *b* Genitalschläuche, c Geschlechtsbasis.
7. Weibliche Geschlechtsorgane derselben Art, $\frac{2}{1}$; Buchstaben wie in der vorigen Figur.
8. Zwitterige Geschlechtsorgane von *Chiridota rotifera* (Pourt.), $\frac{4}{1}$.
9. Genitalschlauch von *Synapta similis* Semp.
10. Desgl. von *Stichopus variegatus* Semp.
11. Samenkörperchen und Entwicklungsstadien derselben von *Holothuria tubulosa* (Gmel.) aus dem Monat Juni; $\frac{540}{1}$; *a* Spermatoblast, *b* ein Spermatoblast, in welchem sich bereits ein glänzendes Inhaltskügelchen gebildet hat, *c* ein ebensolcher mit mehreren Inhaltskügelchen, *d* ein ebensolcher mit Inhaltskügelchen ganz angefüllt, *e* frisch untersuchtes reifes Samenkörperchen, *f* ein solches nach seinem Absterben, *g* ein solches nach Behandlung mit Osmiumsäure, Picro-Carmin und Glycerin.
12. Längsschnitt durch die Wand eines Hodenschlauches von *Holothuria tubulosa* im August; $\frac{540}{1}$; *a* Cölomepithel, *b* Ringmuskelfasern, *c* Bindegewebsschicht, *d* Spermatoblasten, *e* reife Samenkörperchen.
13. Ei von *Holothuria marmorata* (Jäg.), noch vom Follikel umgeben, $\frac{130}{1}$; *a* Dotter, *b* Keimbläschen, *c* Keimfleck, *d* radiär gestreifte Hülle, *e* Micropylkanal, *f* Follikelwand, *g* Stiel des Follikels.

Fig. 1 nach J. Müller (185); Fig. 2 nach Théel (267); Fig. 3 nach Ludwig (151); Fig. 4, 5, 6, 7 nach Théel (266); Fig. 8 nach Ludwig (153); Fig. 9, 10 und 13 nach Semper (238); Fig. 11 und 12 nach Jourdan (114).



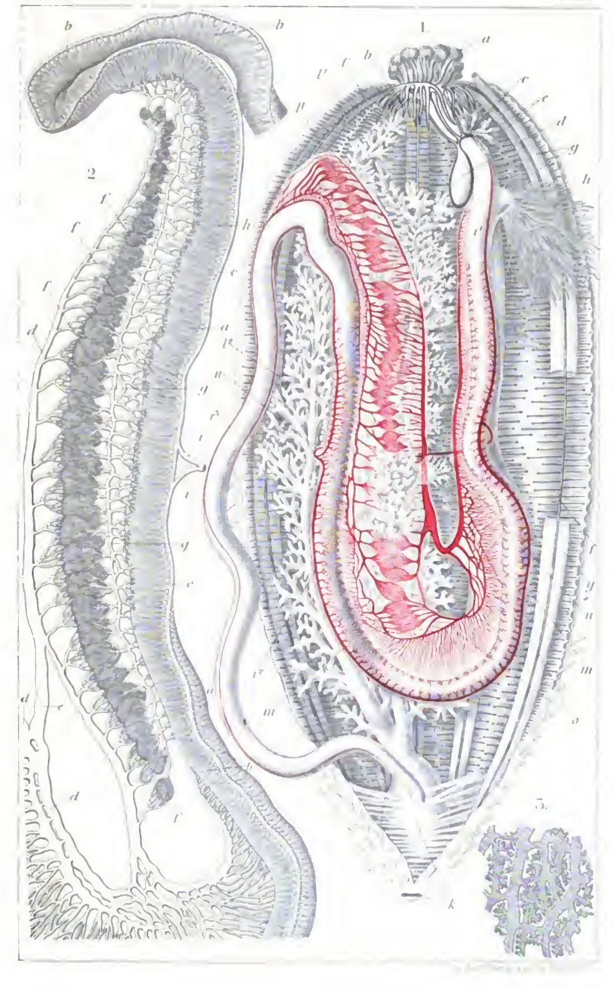
Erklärung von Tafel XI.

Holothurioidea; Blutgefässsystem.

Fig.

1. Uebersicht über die Blutgefässe am Darmrohr von *Holothuria tubulosa*, verkleinert. Die Blutgefässe sind roth gedruckt. Zum richtigen Verständniss der Abbildung ist zu bemerken, dass das Thier im linken dorsalen Interradius geöffnet und auseinander gebreitet ist; der dritte Darmschenkel ist aus seiner natürlichen Lage nach links herausgezerrt; der erste Darmschenkel ist so gedreht, dass es fast so aussieht, als habe sein ventrales Gefäss keine ventrale, sondern eine dorsale Lage und als habe umgekehrt sein dorsales Gefässgeflecht eine ventrale Lage. *a* Fühler, *b* Fühlerampullen, c Wassergefässring, *d* Poli'sche Blase, *e* Steinkanäle, *f* radiales Wassergefäss, *g* Längsmuskel der Körperwand, eine Strecke weit herausgeschnitten, *h* Geschlechtsschläuche, i^1, i^2, i^3 die drei Darmschenkel, *k* Kloake, l^1, l^2 rechter und linker Kiemenbaum, *m* ventrales Darmgefäss, *n* dessen Quergefäss, *o* das dorsale Gefässgeflecht (Wundernetz) des Darmes, *p* die kleinen untergeordneten Wundernetze, zum Theil von den davon umsponnenen Kiemenästen verdeckt.
2. Das freie Rückengeflecht oder Wundernetz am zweiten Darmschenkel von *Holothuria tubulosa*, natürl. Grösse; *a* der zweite Darmschenkel, *b* der Anfang des dritten Darmschenkels, *c* das ventrale Dünndarmgefäss, *d* das Randgefäss des freien Rückengeflechtes des Dünndarmes, *e* Queranastomose des Randgefässes, *f* die kleinen untergeordneten Wundernetze, welche die Kiemenäste umspinnen, *g* das Sammelgefäss oder Collateralgefäss im Wundernetze (Tiedemann's Lungenvene), *h* das Gefässgeflecht in der Wandung des Dünndarmes, *i* die beiden Wurzeln des ventralen, zum ersten Darmschenkel hinüberziehenden Quergefässes.
3. Ein Stück des Gefässnetzes in der Wand des mittleren Theiles des Dünndarmes von *Stichopus variegatus* Semp., $\frac{12}{1}$.

Fig. 1 nach Milne-Edwards (171) und J. V. Carus, *Icones zootomicae*; Fig. 2 nach Tiedemann (273); Fig. 3 nach Semper (238).



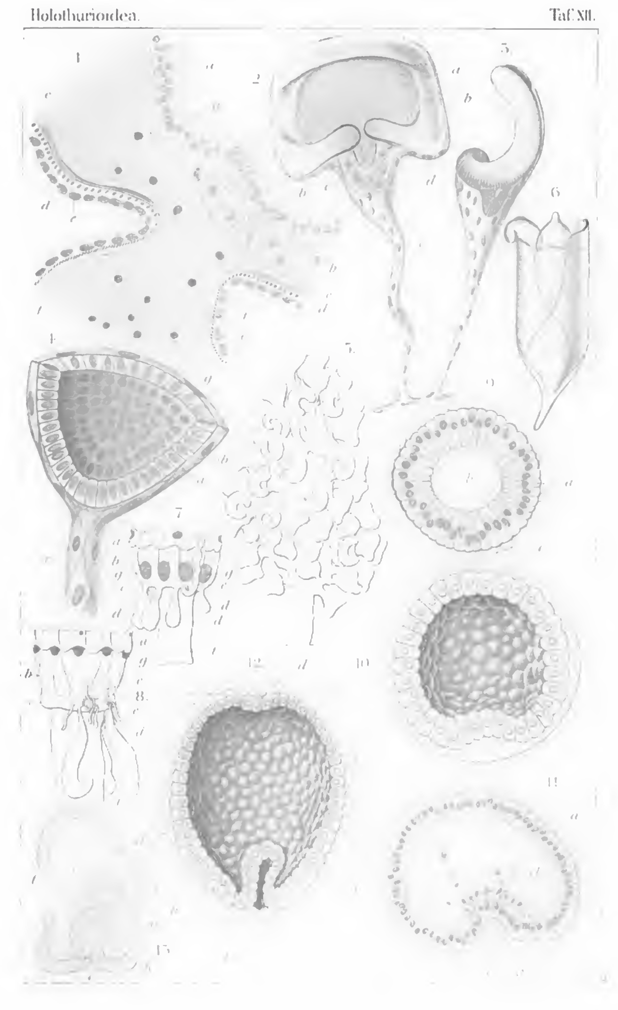
Erklärung von Tafel XII.

Holothurioidea; Blutgefässsystem, Wimperorgane, Entwicklungsgeschichte.

Fig.

1. Aus einem Querschnitt durch den Dünndarm und das ventrale Blutgefäss von *Synapta digitata* (Mont.), vergr.; *a* das Innenepithel der Dünndarmwand, *b* die innere Bindegewebsschicht, *c* die Ringmuskellage, *d* die Längsmuskellage, *e* das äussere Epithel, *f* das in die innere Bindegewebsschicht eindringende und mit geronnenem Blut erfüllte ventrale Blutgefäss (nur zum Theil in die Zeichnung aufgenommen), *g* Blutzellen.
2. Wimperorgan von *Synapta digitata* (Mont.) von vorn gesehen, $\frac{210}{1}$; *a* Mündung, *b* Rand der Mündung und zugleich Rand der Wimperplatte, *c* ausgussähnlicher Einschnitt der Wimperplatte, *d* Peritonealhülle, *e* Stiel.
3. Ein ebensolches Organ von der Seite gesehen, $\frac{210}{1}$.
4. Durch einen Längsschnitt und einen Querschnitt abgetrenntes und geöffnetes unteres Stück eines solchen Wimperorganes mit einem Theile des Stieles, $\frac{1000}{1}$; *a* Cylinderepithel der Wimperplatte (die Wimpern sind weggelassen), *b* Peritonealhülle, *c* Stiel.
5. Ein Wimperbäumchen von *Chiridota rufescens* Br. (= *variabilis* Semp.), $\frac{25}{1}$.
6. Ein abweichend gestaltetes, blattförmiges Wimperorgan von *Synapta digitata*, $\frac{100}{1}$.
7. Schlundkopf von *Synapta reticulata* Semp.; *a* Kalkring, *b* Fühlerkanäle, *c* Wassergefässring, *d* Poli'sche Blasen, *e* Steinkanal, *f* Darm, *g* Löcher in der Wand des Schlundsinus.
8. Schlundkopf von *Chiridota rigida* Semp.; Buchstaben wie in der vorigen Figur.
9. Durchschnitt durch das Blastulastadium von *Holothuria tubulosa* (Gmel.), etwa 15 Stunden nach der Befruchtung, vergr.; die Furchung des noch von der Eihülle umschlossenen Embryos ist fast vollendet. *a* Blastoderm, *b* Blastocöl, *c* Spermatosom; einzelne der Blastodermzellen tragen schon eine Geissel.
10. Durchschnitt durch die Blastula von *Synapta digitata* (Mont.) mit beginnender Einstülpung des Entoderms, $\frac{240}{1}$. Jede Zelle des Blastoderms trägt eine Geissel. Die Blastula ist noch von der Eihülle umgeben.
11. Schnitt durch eine sich bildende Gastrula von *Holothuria tubulosa*, vergr.; *a* Ektoderm, *b* Entoderm, *c* Gastrulamund (= After der Larve), *d* Mesenchymzellen.
12. Durchschnitt durch die freischwimmende Gastrula von *Synapta digitata*, $\frac{240}{1}$; *a* Ektoderm, *b* Entoderm, *c* Gastrulamund (= After der Larve), *d* eine Verdickung des Ektoderms an dem animalen Pole der Larve.
13. Schematischer Längsschnitt durch die Larve von *Holothuria tubulosa*, 51 Stunden nach der Befruchtung, vergr.; *a* Ektoderm, *b* Entoderm, *c* Gastrulamund, die Mesenchymzellen in dem Gallertkern *d* sind weggelassen, *e* das Hydro-Enterocöl, welches sich soeben vom Urdarme abgeschnürt hat, *f* der in Bildung begriffene Mund der Larve.

Fig. 1 nach Hamann (93); Fig. 2, 3, 4 und 6 nach Semon (236); Fig. 5, 7 und 8 nach Semper (238); Fig. 9, 11 und 13 nach Selenka (231); Fig. 10 und 12 nach Selenka (232).



Nachtrag zur Morphologie.

Nachdem das Kapitel Morphologie bereits seit einigen Monaten fertig gedruckt war, erschien eine umfangreiche Abhandlung, in welcher Hérouard*) über seine Untersuchungen an Holothurien der französischen Küsten berichtet. Auf die darin mitgetheilten vergleichend-anatomischen, physiologischen, biologischen und systematischen Beobachtungen und Ansichten Rücksicht zu nehmen, wird in den späteren Kapiteln Gelegenheit sein. Hier soll nur auf die neuen anatomischen Angaben eingegangen werden und zwar in Form eines Nachtrages zu den einzelnen Abschnitten unseres Kapitels: Morphologie. Wo nicht anders bemerkt, beziehen sich die Angaben auf *Cucumaria planci* (Br.).

Zu Abschnitt II (S. 30—35) **Haut.** Die Cuticula besitzt bei *Colochirus lacazii* Hér. feine Poren für die im Epithel in Gruppen zusammenliegenden birnförmigen Drüsenzellen. Bei derselben Art sind die Epithelzellen Träger des Hautpigmentes, doch kommen auch in der Lederhaut Pigmentablagerungen vor. Unter der Lederhaut, zwischen ihr und der Muskulatur, unterscheidet Hérouard eine besondere Mittelschicht der Körperwand, welche er mit dem Blutgefässsystem (s. S. 247) in Beziehung bringt.

Zu Abschnitt III (S. 35—61) **Kalkkörper der Haut.** In Betreff der Lage der Kalkkörper nimmt Hérouard die Ansicht Selenka's (229) wieder auf, dass die äussere Schicht derselben sich nicht in der Lederhaut, sondern im Körperepithel befinde, bleibt aber den Beweis für diese auffällige, zunächst für *Colochirus lacazii* Hér. und *Cucumaria planci* (Br.) aufgestellte Behauptung schuldig. Nicht besser steht es um seine weitere Behauptung, dass gewisse Formen von Kalkkörpern, z. B. die Stühlchen der Aspidochiroten**), aus der Verschmelzung eines epidermoidalen mit einem der Cutis entstammenden Kalkkörperchen entstehen.

*) Hérouard, Edgard, Recherches sur les Holothuries des côtes de France, Paris 1890 (auch in: Archives de zool. expér. et gén. 2. Sér. Vol. VII).

**) Hérouard setzt übrigens selbst an einer späteren Stelle (p. 24) eine andere Ansicht über die Entstehung der „Stühlchen" auseinander, welche dieselben als einheitliche Gebilde auffasst. Im Einzelnen bin ich freilich auch mit dieser anderen Ansicht nicht einverstanden; ich werde in meiner Entwicklungsgeschichte der *Cucumaria planci* Gelegenheit haben, näher auf diesen Punkt einzugehen.

Ueber die Entstehung der Kalkkörper überhaupt beharrt er bei seiner S. 60 mitgetheilten Ansicht, dass jede Masche des Kalknetzes von einer Bildungszelle ausgefüllt werde, führt aber den Nachweis dafür nur an macerirten (!) Hautstücken. Um die einzelnen Maschen und Knoten fertig ausgebildeter Gitterplättchen in ihrer Beziehung zu dem von ihm Fundamentalkörperchen genannten, vierlöcherigen Plättchen zu kennzeichnen, bringt er eine Benennungsweise in Vorschlag, welche es gestattet, jede Masche und jeden Knoten mit einem Buchstaben und einer Ziffer zu bezeichnen. Indessen wird sich dieser Vorschlag wohl kaum einbürgern, da eine derartig ins Einzelne gehende Bezeichnung nur selten von Werth sein wird. Wollte man aber doch den Vorschlag annehmen, so müsste man sich erst über seine Grundlage verständigen, nämlich über die Nummerirung der Maschen. Geht man bei dieser Nummerirung von der Reihenfolge aus, in welcher sich die angenommenen Bildungszellen an dem regelmässigen Aufbau des Kalkkörperchens überhaupt betheiligen,

The figs. are transposed.

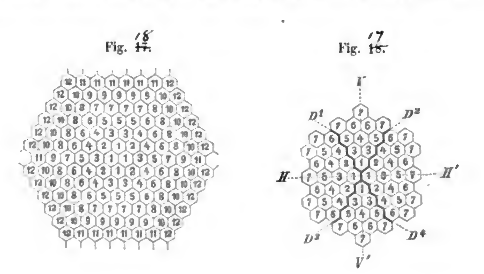


Fig. 17. Fig. 18.

so erhält man das von Hérouard gegebene Schema (Fig. 17). Geht man aber von der Reihenfolge aus, in welcher die einzelnen Kalkmaschen bei fortschreitender regelmässiger Vergabelung des erstgegebenen X-förmigen Stäbchens zum Verschluss kommen, so ergibt sich eine andere Nummerirung (Fig. 18), die mir desshalb besser erscheint, weil sie keinen unmittelbaren Bezug auf die Bildungszellen nimmt. Beide Nummerirungen mit einander verglichen ergeben, dass nach Hérouard der Maschen I. Ordnung 4, II. Ordnung 4, III. Ordnung 6, IV. Ordnung 10, V. Ordnung 10, VI. Ordnung 12, VII. Ordnung 16 vorhanden sind, dagegen nach meiner Bezeichnungsweise I. Ordnung 4, II. Ordnung 4, III. Ordnung 6, IV. Ordnung 8, V. Ordnung 8, VI. Ordnung 12, VII. Ordnung 10, VIII. Ordnung 16, IX. Ordnung 12, X. Ordnung 20, XI. Ordnung 14, XII. Ordnung 24 u. s. w. Die Ziffern, welche angeben, wieviel Maschen gleicher Ordnung bei meiner Nummerirungsweise vorhanden sind, bilden zwei mit einander abwechselnde arithmetische Progressionen, welche beide mit Ziffer 4 beginnen, von

denen die eine aber jedesmal um 2, die andere um 4 fortschreitet; jene Reihe (4, 6, 8, 10, 12, 14) entspricht den Maschen der ungeraden Ordnungen (I., III., V., VII., IX., XI.); diese Reihe dagegen (4, 8, 12, 16, 20, 24) den Maschen der geraden Ordnungen (II., IV., VI., VIII., X., XII.). Hérouard zieht ferner in sein Schema eine verticale und eine horizontale Linie, welche mit der grossen und der kleinen Achse des Fundamentalkörperchens zusammenfallen und mit V—V' und H—H' bezeichnet sind; jedes so abgegrenzte Viertel seines Schemas wird von einer zickzackförmigen, vom Fundamentkörperchen ausgehenden Diagonale durchzogen und die 4 Diagonalen mit D^1, D^2, D^3, D^4 bezeichnet. Die einzelnen Maschen werden nun mit dem Buchstaben der Linie, an der sie liegen, und dazu ihrer Ordnungsziffer benannt, z. B. D^13 oder V4 oder H'5 u. s. w. Hérouard übersieht aber dabei, dass schon mit der vierten Ordnung Maschen auftreten, welche an keiner der genannten Linien liegen, also auch nicht mehr in der erwähnten Weise bezeichnet werden können.

Den Ankern der Synapten schreibt Hérouard im Gegensatze zu dem bisher Bekannten (s. S. 39) einen besonderen Muskelapparat zu, bringt aber für diese Behauptung keinen näheren Nachweis bei.

Zu Abschnitt IV (S. 61—64) **Muskulatur der Körperwand.** In den Längsmuskeln hebt Hérouard eine besondere Anordnung der Muskelfasern hervor; sie bilden vom Bindegewebe umhüllte Bündel, in welchen die Fasern so gelagert sind, dass sie auf dem Querschnitte eine unregelmässig kreisförmige Figur bilden.

Zu Abschnitt V (S. 64—79) **Nervensystem.** An den Radialnerven unterscheidet Hérouard in Uebereinstimmung mit den uns schon bekannt gewordenen Thatsachen eine äussere Schicht („äusseres Nervenband"), eine innere Schicht („inneres Nervenband") und eine diese Schichten trennende bindegewebige Scheidewand. In der äusseren Schicht deutet er die Randzellen und die aufrechten Fasern ebenso wie Hamann als stützende Elemente, die Innenzellen und Längsfasern aber ebenso wie alle anderen Forscher als Nervenzellen und Nervenfasern; auch bemerkte er die Gruppirung der Randzellen zu den von Teuscher und Semon beschriebenen beiden Zellsäulen. An der sonst ebenso gebauten und von ihm ebenso gedeuteten inneren Schicht beschreibt er eine mittlere Längsrinne an deren freien Innenseite und rechts und links davon eine an die Zellsäulen der äusseren Schicht erinnernde Anhäufung der Randzellen. Die aufrechten Fasern beider Schichten stehen einerseits mit den Randzellen, anderseits mit der bindegewebigen Scheidewand in Zusammenhang. Diese Scheidewand setzt sich mundwärts in eine bindegewebige Unterlage des Ringnerven und weiterhin in das Bindegewebe des Schlundkopfes fort. Während die äussere Schicht der Radialnerven sich in den ebenso gebauten Ringnerven fortsetzt, endigt die innere Schicht nicht, wie Hamann meinte, plötzlich in der Nähe des Ringnerven, sondern gabelt sich und zerfällt durch wiederholte Theilung der Gabeläste in eine Anzahl feiner Nerven, welche in der Wand des Schlundkopfes nach

hinten ziehen, um schliesslich in der Gegend zu verschwinden, wo sich die Längsmuskeln der Körperwand an die Radialstücke des Kalkringes befestigen. Die Frage, ob das äussere und das innere Nervenband der Radialnerven etwa durch Nervenfasern in Verbindung stehen, welche die Scheidewand durchsetzen, wird zwar aufgeworfen, aber unbeantwortet gelassen.

An den Füsschennerven, über deren Bau und Ursprung Hérouard das S. 71—72 Gesagte bestätigt, lässt sich eine Fortsetzung der inneren Schicht des Radialnerven nur eine kurze Strecke weit wahrnehmen. Dagegen entspringen die Hautnerven in Bestätigung der Semper'schen Angaben hauptsächlich aus der inneren Schicht der Radialnerven und dringen zunächst in die vorhin schon erwähnte Mittelschicht der Körperwand ein. Die vom Ringnerven abgehenden Fühlernerven sind anfänglich breit, verschmälern sich aber allmählich.

Zu Abschnitt VII (S. 91—138) **Wassergefässsystem.** Die Muskelfasern in der Wand des Ringkanales verlaufen parallel mit der Achse desselben. An der Poli'schen Blase, welche er bei *Cucumaria planci* stets im linken dorsalen Interradius antraf, erklärt er den von Vogt und Yung beschriebenen Endzipfel (s. S. 117) lediglich als eine Contractionserscheinung. An den S. 120—121 beschriebenen Anfangsstücken der Radialkanäle unterscheidet Hérouard zwei Abschnitte, von denen der erste einen viel grösseren Querdurchmesser hat als der zweite; jener reicht vom Wassergefässringe bis zum Kalkringe, dieser verläuft an der Innenseite der Radialstücke des Kalkringes und gibt hier, wie schon bekannt war, die Fühlerkanäle ab. Während nach Hérouard der zweite Abschnitt gar keine (?) Muskelfasern in seiner Wandung führt, besitzt der erste, erweiterte Abschnitt in seiner Aussenwand quere, in seiner Innenwand aber längslaufende Muskelfasern, wobei bemerkt sein mag, dass Semper (238) an demselben Abschnitte (den er freilich irrthümlicherweise als Fühlerkanal bezeichnet) bei *Holothuria tenuissima* und *Cucumaria japonica* nur Längsmuskelfasern, dagegen bei *Stichopus variegatus* nur Ringfasern angibt. Einen Blindsack, welchen die Fühlerkanäle der Dendrochiroten nach hinten auf die Seiten- und Aussenfläche der Kalkringstücke entsenden, deutet Hérouard ganz mit Recht als ein Homologon der Fühlerampullen der Aspidochiroten. Nach vorn setzt sich der erweiterte Fühlerkanal in den Fühler fort und besitzt hier in seiner Wand wohlentwickelte Längsmuskelfasern, welche in der Wand des Blindsackes fehlen. Der erweiterte Fühlerkanal und sein Blindsack bilden zusammen eine Röhre, in welche das engere, vom Radialkanal herkommende Anfangsstück des Fühlerkanales von der Seite einmündet. Diese Mündungsstelle bezeichnet die vordere Grenze des Blindsackes und ist durch einen ebensolchen Ventilapparat ausgezeichnet, wie ihn Hamann (s. S. 123) an den Fühlerkanälen der Synaptiden unter dem Namen der Semilunarklappen beschrieben hat. Derselbe Ventilapparat findet sich ferner an allen Füsschenkanälen an der entsprechenden Stelle, also dort, wo der

Füsschenkanal umbiegt, um durch die Haut aufzusteigen, und nach innen die Füsschenampulle abgibt. In Fühlern und Füsschen ist der Klappenapparat übereinstimmend so angebracht, dass er den ungehinderten Durchgang von Flüssigkeit nur in peripherischer Richtung gestattet. Auch an der Abgangsstelle des Steinkanales vom Ringkanal vermuthet Hérouard einen solchen Ventilapparat, weil es ihm nicht gelang, vom Ringe aus den Steinkanal seiner ganzen Länge nach zu injiciren; indessen gelang es ihm nicht, die Richtigkeit dieser Vermuthung darzulegen.

Zu Abschnitt VIII (S. 138—164) **Verdauungsorgane.** Die Analpapillen seiner *Thyone subvillosa* fand Hérouard in radialer Stellung; sie dienen zum Ansatze der Längsmuskeln der Körperwand. Genetisch sollen diese Analpapillen, sowie auch je zwei kurze Reihen dachziegelig gelagerter Kalkplättchen, welche sich bei der genannten Art an die Analpapillen anschliessen, dadurch von den Kalkkörpern der Haut verschieden sein, dass sie in einer tieferen Schicht der Körperwand ihre Entstehung nehmen. — Die innere Oberfläche der Speiseröhre und des Magens ist bei *Cucumaria planci* im Gegensatze zu den Angaben Hamann's (s. S. 144, 145) längs gefaltet. Von den bei derselben Art von Hamann (s. S. 146) beschriebenen Darmanhängen vermochte auch Hérouard nichts zu entdecken. In seiner Schilderung der Histologie des Darmrohres bleibt Hérouard im Ganzen hinter seinen Vorgängern zurück; neu aber ist, dass er den Schlundnerven aus einer Anzahl von Nervenbündeln bestehen lässt, welche in der äusseren Bindegewebsschicht verlaufen, während nach unserer bisherigen Kenntniss der Schlundnerv der inneren Bindegewebsschicht des Schlundrohres angehört (s. S. 71 u. 152). In Betreff des Verlaufes des Darmrohres in der Leibeshöhle unterscheiden sich die Angaben Hérouard's insofern von denen der früheren Forscher, als er das rechte Mesenterium (er nennt es das ventrale) bei seinem *Colochirus lacazii* nicht im rechten ventralen, sondern im linken ventralen Interradius befestigt sein lässt. Der Widerspruch dieser Angabe mit der bis dahin bei zahlreichen Arten festgestellten Regel scheint ihm übrigens entgangen zu sein. Am dorsalen Mesenterium findet er es nicht für überflüssig, den vor dem Genitalblutgefäss gelegenen Abschnitt mit Vogt und Yung mit dem besonderen Namen Mesoarium zu bezeichnen.

Zu Abschnitt IX (S. 165—173) **Kiemenbäume.** Die von Semper (s. S. 172, 173) behaupteten Terminalöffnungen an den Endbläschen der Kiemenbäume stellt Hérouard in entschiedene Abrede, worin ich ihm nach erneuerten in diesem Jahre in Neapel von mir an lebenden Thieren angestellten Beobachtungen vollkommen beipflichten muss.

Zu Abschnitt X (S. 173—180) **Cuvier'sche Organe.** Die Cuvier'schen Organe untersuchte Hérouard an *Holothuria forskalii* Delle Chiaje (= *catanensis* Grube) und konnte dabei zunächst feststellen, dass der Achsenkanal, wie Greeff und Jourdan angegeben haben, eine normale, den ganzen Schlauch durchziehende Bildung ist. Er bestätigt

ferner die von Jourdan und Hamann beschriebenen Ring- und Längsmuskelfasern in der Wand der Schläuche, fügt aber das Neue hinzu, dass die Ringfasern eigentlich eine fortlaufende Spirale beschreiben. Dieser Spiralmuskel bestehe aus zwei dicht aneinander liegenden Muskelfasern. Ferner ist er der Ansicht, dass auch die eigenartigen rinnenförmigen Drüsenzellen regelmässig so geordnet sind, dass die Längsachsen der im ausgebreiteten Zustande rechteckigen Zellen in der Richtung der Schlauchachse stehen und genau dem Abstande der Windungen des Spiralmuskels entsprechen. Demzufolge beschreiben auch die Drüsenzellen eine Spiralreihe und die schrägen Berührungslinien dieser Zellenspirale liegen genau über der von dem Spiralmuskel beschriebenen Linie.

Zu Abschnitt XI (S. 180—198) **Geschlechtsorgane.** Bei *Thyone fusus* ist die Genitalpapille bisweilen an der Spitze gegabelt. In der Wand der Genitalschläuche des *Colochirus lacazii* fand Hérouard nur Längsmuskelfasern. Bei derselben Art besteht das äussere Epithel der Schläuche aus sehr hohen, mit kleinen hyalinen Kügelchen erfüllten Zellen, zwischen welchen von Stelle zu Stelle grosse kugelige, körnige Ansammlungen mit einer Anzahl Kernen vorkommen.

Zu Abschnitt XII (S. 198—223) **Blutgefässsystem.** Für das Blutgefässsystem im Ganzen bringt Hérouard die Bezeichnung amöbophores System in Vorschlag. Dasselbe lässt sich in seiner Gesammtheit als ein Lückensystem auffassen, welches in letzter Linie auf die Furchungshöhle des Embryos zurückzuführen ist und im Bindegewebe seine Lage hat. Es besteht aus zwei Sorten von Lacunen, erstens solchen, welche offene und mit einer ernährenden, coagulirbaren Flüssigkeit erfüllte Räume darstellen, und zweitens solchen, in welchen die Flüssigkeit durch die strukturlose, gelatinöse Grundsubstanz des Bindegewebes selbst vertreten ist. Beide Sorten von Lacunen entbehren einer besonderen Epithelauskleidung und beherbergen in der Flüssigkeit oder in der gelatinösen Grundsubstanz zahlreiche Wanderzellen, welche Hérouard Amöbocysten (Amöbocyten wäre besser) nennt. Die Lacunen der ersten Sorte ist er geneigt mit dem eigentlichen Blutgefässsystem, die der zweiten Sorte mit dem Lymphgefässsystem höherer Thiere zu vergleichen. Zur ersten Sorte rechnet er die Radialgefässe, die beiden Darmgefässe und das Genitalgefäss, zur zweiten Sorte alle anderen. In Betreff der einzelnen Theile des ganzen Systems sind die folgenden Angaben Hérouard's bemerkenswerthe Erweiterungen und Weiterführungen unserer Kenntnisse.

1. Der Blutgefässring besteht bei *Cucumaria planci* aus einer Summe von Lacunen, welche sich dem Wassergefässringe von der Hinterseite und der Innenseite anlagern und sich an der Innenseite der vom Wassergefässringe aufsteigenden Radialkanäle in das radiale Blutgefäss fortsetzen.

2. Die Radialgefässe verlaufen nach ihrer Umbiegung am vorderen Ende der Radialstücke des Kalkringes genau in derjenigen Lagerung,

welche wir bei *Holothuria tubulosa* und anderen Arten (s. S. 204) bereits kennen. Vor ihrer Umbiegung geben die Radialgefässe je einen Zweig zu jedem Fühler, nach ihrer Umbiegung einen ebensolchen zu jedem Füsschen ab; diese Fühler- und Füsschengefässe begleiten in ihrem weiteren Verlaufe die Fühler- und Füsschennerven. Die Fühler erhalten demnach ihre Gefässe von den Radialgefässen, während sie ihre Nerven vom Nervenringe beziehen.

3. Die Darmgefässe. Das dorsale Darmgefäss nennt Hérouard die äussere, das ventrale die innere Randlacune des Darmes. Das dorsale Darmgefäss des ersten Darmschenkels verbindet sich durch eine quere Anastomose mit dem des zweiten Darmschenkels. Aber auch das ventrale Darmgefäss ermangelt der S. 209 beschriebenen Anastomose bei *Cucumaria planci* nicht, wie ich in Ergänzung der Hérouard'schen Beobachtungen auf Grund einer Nachuntersuchung bemerken möchte. Die Anastomose des dorsalen Darmgefässes entspricht dem S. 212 beschriebenen freien Rückengeflecht des Aspidochirotendarmes. Der Behauptung, dass den Synaptiden die Darmwindung und damit auch die Anastomosenbildung des ventralen Darmgefässes fehle, muss ich unter Hinweis auf das S. 209 Gesagte widersprechen. Vom dorsalen Darmgefäss sah Hérouard bei seinem *Colochirus lacazii* Gefässe entspringen, welche in das dorsale Mesenterium eindringen (vergl. S. 215). Durch diese Gefässe setzt sich das dorsale Darmgefäss mit der nachher zu erwähnenden grossen Blutlacune der Körperwand in Verbindung. Am Endabschnitt des Darmes stehen seine beiden Randgefässe mit den Blutlacunen in Verbindung, welche sich einerseits in der Wand der Kloake, anderseits in der Wand der Kiemenbäume befinden. Auch die Bindegewebsstränge, welche die Kiemenbäume an die Körperwand befestigen, sowie die Aufhängestränge des Enddarmes stellen Blutbahnen dar, welche zur zweiten Sorte der Blutlacune gehören.

4. Das Genitalgefäss entspringt bei *Cucumaria planci* nicht unmittelbar aus dem Blutgefässringe, sondern zweigt erst vom dorsalen Darmgefäss (Magengefäss) ab und erstreckt sich mit seinem peripherischen Ende noch über die Geschlechtsbasis hinaus.

5. Die grosse Lacune der Körperwand, welche ich S. 236 im Anschluss an die Leibeshöhle erwähnte, rechnet Hérouard zum Blutgefässsystem und versteht darunter dasselbe Gebilde, welches er an anderen Stellen als die Mittelschicht der Körperwand bezeichnet. Dasselbe stellt ein sehr lockeres, mit zahlreichen Wanderzellen erfülltes Bindegewebe vor, ist also eine Lacune im Sinne der zweiten von Hérouard unterschiedenen Sorte. Am vorderen Körperende steht sie durch Vermittelung ähnlicher Lacunen, welche sich in der Wand des Schlundkopfes und in den Aufhängebändern des Schlundes befinden, mit den Blutgefässen des Darmes in Verbindung, ebenso am hinteren Körperende durch die Aufhängebänder des Enddarmes und endlich der ganzen Darmlänge nach durch die Lacunen des Mesenteriums.

6. Eine Zusammengehörigkeit des Blutgefässsystems mit dem Wassergefässsystem (s. S. 222—223) wird von Hérouard in Abrede gestellt. Doch nimmt er im Epithel des Wassergefässsystems und der Leibeshöhle Lücken nach Art der Lymphstomata an, durch welche Flüssigkeit und Zellen aus diesen Räumen den Weg in das dem Epithel unterliegende Bindegewebe und von da aus in die Blutlacunen oder auch den umgekehrten Weg aus den Blutlacunen in das Wassergefässsystem und die Leibeshöhle finden können. Derartige Gewebslücken habe ich bereits S. 222 vermuthet.

Zu Abschnitt XIV (S. 229—240) **Leibeshöhle.** Den Schlundsinus nennt Hérouard den Peripharyngealsinus und unterscheidet in ihm den vordersten, den Mund umkreisenden Bezirk mit dem besonderen Namen Peribuccalsinus. In ähnlicher Weise bezeichnet er den hintersten, den After umkreisenden Abschnitt der Leibeshöhle als Perianalsinus. Die Aufhängebänder des Schlundes, welche den Peripharyngealsinus durchsetzen, in dem Peribuccalsinus aber fehlen, betrachtet er zugleich als Blutbahnen im Sinne der zweiten von ihm unterschiedenen Sorte von Blutlacunen.

Ueber die von mir als Pseudohämalkanäle und Epineuralkanäle (s. S. 232) bezeichneten Räume äussert sich Hérouard in ausführlicher Weise. Er bestätigt das Vorkommen und die epitheliale Auskleidung der radialen Pseudohämalkanäle („canaux subnerviens“) und fand in Uebereinstimmung mit Teuscher, dass auch die Fühlernerven von Pseudohämalkanälen begleitet werden, welche er als Zweige der radialen Pseudohämalkanäle erkannte. Ob ähnliche Zweige auch die Füsschennerven begleiten, konnte er zwar nicht sicher nachweisen, hält es aber für wahrscheinlich. In der Umgebung des Mundes lässt Hérouard die radialen Pseudohämalkanäle in Uebereinstimmung mit Semper und im Gegensatze zu Teuscher (s. S. 234) blindgeschlossen am Nervenringe endigen. Die radialen Epineuralkanäle oder äusseren Pseudohämalkanäle („espaces extra-nerviens“) erklärt er im Gegensatze zu der Auffassung, zu welcher ich S. 236 hinneigte, aus guten Gründen, deren Gewicht sich meines Erachtens nicht anfechten lässt, für normale Gebilde. In ihrer Epithelauskleidung verhalten sie sich ebenso wie die Pseudohämalkanäle. Am Nervenringe stehen sie durch einen der Aussenseite desselben aufgelagerten Ringkanal in Zusammenhang, den ich als den Epineuralring bezeichnen möchte. Von den radialen Epineuralkanälen gehen Zweige ab, welche in entsprechender Lagerung die Füsschennerven begleiten. Auch zu den Hautnerven und Fühlernerven gehende Zweige hat Hérouard wahrscheinlich gemacht. In der ganzen Einrichtung der Pseudohämal- und Epineuralkanäle erblickt er lediglich einen Schutzapparat der Nerven gegen Druck und Zerrung seitens der benachbarten Gewebe und leugnet einen Zusammenhang dieser Kanäle sowohl mit der Leibeshöhle als mit dem Blutgefässsystem.

C. Ontogenie.

I. Die Zeit der Fortpflanzung.

In der folgenden Tabelle sind alle bis jetzt vorliegenden Angaben über die Fortpflanzungszeit bei Seewalzen zusammengestellt; vorzugsweise sind dazu die ähnlichen Zusammenstellungen von Schmidtlein (226), Graeffe (73) und Lo Bianco*) benutzt. Die Monate sind mit lateinischen Ziffern bezeichnet. Dass die in der Tabelle angegebenen Zeiten von ungleicher Genauigkeit sind und nur ein ungefähres Bild der thatsächlichen Verhältnisse geben, liegt in der Natur der Sache.

Namen der Art:	Namen der Beobachter:	Ort der Beobachtung:	Monate der Beobachtung:
I. *Aspidochirotae:*			
1. *Holothuria tubulosa* Gmel.	Lo Bianco; Graeffe; Selenka	Neapel; Triest; St. Tropez (Südfrankreich)	VI—VIII (II—X)**) namentl. VII—VIII.
2. *Holothuria poli Delle Chiaje*	Lo Bianco; Graeffe . . .	Neapel; Triest	XI—I.
3. *Holoth. tremula* Gunn.***)	Danielssen und Koren . .	Bergen	III.
4. *Stichopus regalis* (Cuv.) .	Schmidtlein	Neapel	Ende IV.
5. *Mülleria agassazii* Sel. .	Edwards	Bahamas	Mitte VII—Mitte VIII.

*) Lo Bianco, Salvatore, Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. Mittheil. a. d. zoolog. Station zu Neapel, Bd. 8, 1888, S. 394—397.

**) Wenn Selenka in seiner vorläufigen Mittheilung (Dez. 1875) meint aus älteren Mittheilungen schliessen zu können, dass auch in den Monaten XI—I die *Holothuria tubulosa* sich fortpflanze, so liegt das wohl an der früher nicht beachteten Unterscheidung der *Hol. tubulosa* von der *Hol. poli*; beide früher oft zusammengeworfene Arten haben nach Graeffe die oben angegebenen verschiedenen Fortpflanzungszeiten; indessen gibt Lo Bianco auch aus dem Monat XI künstliche Befruchtung bei *Hol. tubulosa* an.

***) Die angeblich auf diese Art bezüglichen Beobachtungen von Danielssen und Koren beziehen sich vielleicht auf eine Dendrochirote, s. die Anmerkung S. 243.

Namen der Art:	Namen der Beobachter:	Ort der Beobachtung:	Monate der Beobachtung:
II. *Dendrochirotae:*			
6. *Cucumaria planci* (Br.)	Lo Bianco; Eisig; Selenka; Schmidtlein; Graeffe	Neapel; Triest	IX—V, namentl. III—IV.
7. *Cucumaria tergestina* Sars.	Graeffe	Triest	XII—I.
8. *Cucumaria kirchsbergii* Heller*)	Kowalevsky	Neapel	Sommer.
9. *Cucumaria crocea* (Less.)	W. Thomson; Sander	Falklandinseln	I—Ende IV.
10. *Thyone fusus* (O. F. Müll.)	Graeffe; Dalyell	Triest; Schottland	III—IV (II—VI).
11. *Thyone inermis* Heller**).	Lo Bianco; Graeffe	Neapel; Triest	V—VI.
12. *Phyllophorus urna* Grube.	Kowalevsky; Schmidtlein	Neapel	Sommer; VI.
13. *Psolus fabricii* (Düb. u. Kor.)***)	A. Agassiz	Nahant, Mass.	wahrsch. V—IX.
14. *Psolus ephippifer* W. Thoms.	W. Thomson	Antarctisches Meer	II.
III. *Synaptidae:*			
15. *Synapta digitata* (Mont.)	Lo Bianco; Leydig; Baur; Graeffe; Selenka; Semon.	Neapel; Triest	II—IV (X—IV) — Anfang V.
16. *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.)	Lo Bianco; W. Thomson	Neapel; Belfast	X u. III, VI.
17. *Synapta vivipara* (Oerst.)	Chierchia	Abrolhos	VII—VIII.
18. *Chiridota rotifera* (Pourt.)	E. van Beneden	Rio de Janeiro	Anfang IX.

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass wir im Ganzen nur von verhältnissmässig wenigen Arten die Fortpflanzungszeit mit annähernder Sicherheit kennen. Es scheint, dass die meisten Arten sich nur einmal im Jahre fortpflanzen und dass diese einmalige Fortpflanzungszeit durchschnittlich etwa zwei bis drei Monate dauert, bei einzelnen Arten aber auch in weiteren Grenzen schwankt. Bei den mittelmeerischen Arten, welche den entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen vorzugsweise als Gegenstand dienten, sind es insbesondere die Monate März und April, welche für die Fortpflanzung der Dendrochiroten und Synaptiden, und die Monate Juli und August, welche für die der Aspidochiroten in Betracht kommen. Manche Beobachtungen weisen auch darauf hin, dass hier wie bei anderen Thiergruppen einzelne Individuen im Vergleich zu den übrigen verfrüht oder verspätet zur Fortpflanzung schreiten, was zum Theil in individuellen Verschiedenheiten, zum Theil in Temperatur-, Strömungs- und Ernährungsverhältnissen seinen Grund haben mag. Bemerkenswerth ist schliesslich der Umstand, dass bis jetzt aus der Familie der Molpadiiden sowie aus der ganzen Gruppe der Elasipoden von keiner einzigen Art irgend etwas über die Zeit der Fortpflanzung oder überhaupt über die Ontogenie bekannt geworden ist.

*) = *Psolinus brevis* Kowalevsky, s. die Anmerkung S. 243.

**) = Wie ich bei passenderer Gelegenheit zeigen werde, ist diese Heller'sche Art identisch mit der ein Jahr später beschriebenen *Thyone* (*Uroxia*) *aurantiaca* (Costa). Lo Bianco und Graeffe führen sie unter letzterem Namen auf, den ich oben durch den älteren Namen *Th. inermis* ersetzt habe.

***) Bei A. Agassiz als *Cuvieria fabricii* Düb. u. Kor. bezeichnet; er traf die Larven von VI—X an, weshalb ich vermuthe, dass die Fortpflanzungszeit, wie oben angegeben, in die Monate V—IX fällt.

II. Die Vorbereitungen zur Entwicklung.

Dieselben bestehen in der Ablage der Eier und des Samens, in der Reifung der Eier und in der Befruchtung derselben.

1. Ablage der Eier.

Wenn wir die wenigen, nachher zu erwähnenden Fälle von Brutpflege zunächst ausser Acht lassen, so findet die Ablage der Eier in der Weise statt, dass dieselben aus der Genitalöffnung unmittelbar in das Meer gelangen und dort entweder zu Boden sinken oder an den Wasserspiegel emporsteigen. Jenes ist z. B. der Fall bei *Cucumaria kirchsbergii* Heller*) nach Kowalevsky (121), bei *Mülleria agassizii* Sel. nach Edwards**), bei *Holothuria tubulosa* (Gm.) und *Synapta digitata* (Mont.) nach Selenka (231 u. 232); dieses z. B. bei *Cucumaria planci* (Br.) nach Selenka (231) und bei *Holothuria tremula* Gunn.***) nach Danielssen und Koren (220). Bei *Cucumaria planci* werden übrigens die Eier auch nicht ganz unmittelbar in das Meer entleert, sondern treten aus der Geschlechtsöffnung zunächst in den von den Fühlern umstellten Vorhof des Mundes; hier werden sie befruchtet und dann erst ruckweise in das Meer ausgestossen. Es lässt sich dieses Verhalten der *Cucumaria planci* als ein Anlauf zu einer freilich nur sehr kurze Zeit währenden Brutpflege ansehen und bildet so einen Uebergang zu jenen Fällen, in welchen eine Brutpflege in deutlichster und eigenartiger Weise zur Ausbildung gelangt ist. Eine solche Brutpflege kennen wir bis jetzt nur aus den beiden Familien der Dendrochiroten und Synaptiden. Bei *Phyllophorus urna* Grube, *Synapta vivipara* (Oerst.) und *Chiridota rotifera* (Pourt.) gelangen die Eier auf eine noch unaufgeklärte Weise in die Leibeshöhle; bei *Cucumaria minuta* (Fabr.) und *laevigata* (Verr.) werden sie von zwei ventral gelegenen Brutsäcken aufgenommen; bei *Cucumaria crocea* (Less.) und *Psolus ephippifer* W. Thoms. werden sie auf dem Rücken des Thieres festgehalten. Indessen wollen wir eine nähere Betrachtung der Brutpflege an dieser Stelle noch nicht vornehmen, sondern uns zu dem Wenigen wenden, was wir über die Ablage des Samens wissen.

---

*) Kowalevsky nennt diese Art *Psolinus brevis;* vergl. darüber meine an einer anderen Stelle (160, S. 12) gemachte Bemerkung.

**) Edwards, Charles L., Notes on the Embryology of *Mülleria agassizii* Sel., John Hopkins' University Circulars, Vol. VIII, Nr. 70, Baltimore 1889, p. 37.

***) Hier und noch öfter im Folgenden wird Bezug genommen auf die Beobachtungen, welche Danielssen und Koren an einer von ihnen zu *Holothuria tremula* gestellten Art angestellt haben. Es scheint mir aber sehr zweifelhaft und jedenfalls nicht klar erwiesen, dass die von ihnen beobachteten Entwicklungszustände wirklich zu dieser Art und nicht vielmehr zu einer der bei Bergen vorkommenden Dendrochiroten-Formen gehören. Zu dieser Ansicht veranlasst mich namentlich die baumförmige Gestalt der Fühler bei der von den genannten Forschern untersuchten Jugendform.

2. Ablage des Samens.

Bei *Cucumaria kirchsbergii* Heller beobachtete Kowalevsky (121), dass das Männchen den in Form eines weissen Fadens aus der Geschlechtsöffnung ausgetretenen Samen mit einem der bauchständigen Fühler aufhob und in das umgebende Wasser „gewissermaassen aussäete", was etwa eine Stunde lang dauerte. Dagegen konnte Selenka (231) bei *Cucumaria planci* (Br.) ein solches Aussäen des Samens mit Hülfe der Fühler nicht bemerken, vielmehr wiederholt feststellen, dass während der ruckweise stattfindenden Samenentleerung das Spiel der Fühler ganz oder fast ganz eingestellt wurde. Auch bei *Holothuria tubulosa* sah derselbe Forscher, wie der Samen ruckweise in Zwischenräumen von 2—20 Minuten während einer oder mehrerer Stunden ausgestossen wurde und zwar in Gestalt langer, weisser Fäden, welche sich im Wasser wolkenartig verbreiteten.

3. Reifung der Eier.

Ueber die Reifung der Seewalzen-Eier fehlt es noch völlig an eingehenden Untersuchungen. Indessen hat Selenka (231 u. 232) wenigstens so viel festgestellt, dass das Keimbläschen bei *Cucumaria planci**) und *Synapta digitata* schwindet und, wie er bei der letztgenannten Art beobachtete, durch einen Eikern ersetzt wird. Bei *Cucumaria planci* ist der Zeitpunkt des Keimbläschen-Schwundes nicht bestimmt ermittelt, während er bei *Synapta digitata* bereits stattgefunden hat, wenn die Eier die Geschlechtsöffnung verlassen. Wie es sich dabei mit dem Vorkommen, der Entstehung und Zahl der Richtungskörperchen verhält, bedarf ebenfalls noch näherer Untersuchung. Unsere Kenntniss darüber beschränkt sich auf die Angabe Selenka's (231), dass die bereits befruchteten Eier der *Cucumaria planci* „bisweilen ein Tröpfchen Protoplasma unter der Eikapsel zeigen", welches er als „Koth des Eies" bezeichnete, und auf die kurze Angabe von Edwards, dass bei *Mülleria agassizii* drei „Polkörperchen" ausgestossen werden, von denen eines beträchtlich grösser ist als die beiden anderen. Nach den bei anderen Thieren gemachten Erfahrungen darf man vermuthen, dass auch bei den Holothurien, dem Weismann'schen Zahlengesetz der Richtungskörperchen entsprechend, deren eigentlich nur zwei ausgestossen werden, von denen aber das eine oder andere sich nachträglich in zwei kleinere theilen kann.

4. Befruchtung.

Das Eindringen eines Spermatosoms in das Ei ist bis jetzt nur ein einziges Mal bei einer Seewalze beobachtet worden und zwar durch Selenka (232) bei *Synapta digitata*; leider gibt derselbe nichts Näheres über den Vorgang an. Was Zeit und Ort der Befruchtung anlangt, so

*) Bei dieser Art bemerkte auch Eisig (Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, Bd. 1, 1879, S. 126), dass an den abgelegten und von Spermatozoen umschwärmten Eiern das Keimbläschen nicht mehr wahrnehmbar ist.

findet dieselbe bei *Synapta digitata* nach den Beobachtungen desselben Forschers in der Regel erst nach der Ablage der Eier statt; doch deuten ältere Angaben von Leydig (142) darauf hin, dass mitunter die Befruchtung schon im Innern des Genitalorganes vollzogen wird. Bei *Cucumaria kirchsbergii*, *planci* und *Phyllophorus urna* lässt Kowalevsky (121) samenhaltiges Wasser zum Zweck der Befruchtung in die Leibeshöhle der Weibchen eindringen — eine Annahme, die ganz unwahrscheinlich ist, da wir keine Verbindungsöffnung der Leibeshöhle mit dem Seewasser kennen, und die überdies, wenigstens in Betreff der *Cucumaria planci*, durch die Beobachtungen Selenka's (231) auch direkt widerlegt ist. Bei dieser Art nimmt das Weibchen mit seinen dabei lebhaft thätigen Fühlern den Samen auf, welchen ein in der Nähe befindliches Männchen ausgeworfen hat, und überträgt denselben in ähnlicher Weise in den Vorhof seines Mundes zu den anfangs dort befindlichen Eiern, wie es sonst seine Fühler zur Einfuhr von Nahrung verwendet. — In welcher Weise die Ueberführung des Samens bei den brutpflegenden und zugleich getrenntgeschlechtlichen Arten stattfindet, bedarf noch der Aufklärung. Auch besitzen wir noch keine bestimmte Beobachtung darüber, ob die bei vielen Arten vorhandene Genitalpapille (s. S. 184, 185) als ein Hülfsorgan bei der Uebertragung des Samens gebraucht wird.

Künstliche Befruchtung gelang bis jetzt nur in wenigen Fällen, so bei *Holothuria tubulosa* und *Synapta digitata*.

III. Die Entwicklung der Larve.

1. Furchung; Blastula; Gastrula.

a. Die Furchung verläuft in ihren gröberen Vorgängen bei allen darauf untersuchten Seewalzen als eine totale und annähernd äquale. Die erste darauf bezügliche Beobachtung machten Danielssen und Koren (220) an *Holothuria tremula* Gunn.; wenn auch die Kürze ihrer Mittheilung keine befriedigende Auskunft gibt, so lässt dieselbe doch erkennen, dass die von ihnen beobachtete Furchung eine totale und annähernd äquale war. Der nächste Forscher, Kowalevsky (121), bezeichnete zwar bei *Cucumaria kirchsbergii* und *planci* die Furchung schlechthin als eine äquale, doch geht aus den späteren noch eingehenderen Untersuchungen von Selenka (231 u. 232) an *Cucumaria planci*, *Holothuria tubulosa* und *Synapta digitata* hervor, dass eine geringe Inäqualität der Furchungszellen früher oder später bemerkbar wird; bei *Synapta digitata* macht sich z. B. eine Ungleichheit in der Grösse der Furchungszellen vom 16-zelligen, bei *Cucumaria planci* gewöhnlich erst vom 32-zelligen Stadium an bemerklich, während sie bei *Holothuria tubulosa* oft schon an den beiden ersten Furchungszellen auftritt. Bei *Synapta digitata* konnte derselbe Forscher in genauer Weise feststellen, dass die Theilung der Eizelle insofern eine ganz reguläre ist, als sich neunmal hintereinander sämmtliche vorhandene

Zellen gleichzeitig halbiren, sodass nacheinander erst 2, dann 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 Zellen den Embryo bilden. Auch bei *Mülleria agassizii* wurde neuerdings durch Edwards (l. c.) eine totale und „fast reguläre“ Furchung beobachtet. Die Zeit, welche der Furchungsvorgang (bis zur Fertigstellung der Blastula) in Anspruch nimmt, ist je nach den Arten verschieden: bei *Cucumaria kirchsbergii* 10, bei *Synapta digitata* 12, bei *Holothuria tubulosa* 16, bei *Cucumaria planci* ungefähr 24 Stunden.

Bezüglich der feineren Vorgänge, welche sich bei der Furchung abspielen, ist bemerkenswerth, dass Kowalevsky (121) einen direkten (amitotischen) Theilungsvorgang bei *Cucumaria kirchsbergii* und *planci* mit aller Bestimmtheit zu behaupten scheint. Da aber seine Beobachtungen aus einer Zeit stammen, in welcher man in die feineren Verhältnisse der Zelltheilung und insbesondere in die Erscheinung der Mitose noch nicht eingedrungen war, so steht zu erwarten, dass bei erneuerter Untersuchung sich auch in diesen Fällen die Theilung als eine indirekte (mitotische) herausstellen wird. Darauf weisen auch die Beobachtungen Selenka's (231) an *Cucumaria planci* hin, wonach sowohl die Bildung des ersten als auch der folgenden Furchungskerne (bis zur 32-Theilung) in einem hellen Hofe (Kernhofe) durch Anhäufung von 8—20 „Kernkeimen“ vor sich geht. — Oberflächlich hebt sich bei Beginn der Furchung bei *Cucumaria kirchsbergii* nach Kowalevsky ein feines Häutchen von der Eizelle ab; bei *Synapta digitata* scheidet die Eizelle nach Selenka (232) eine helle, zarte Protoplasmaschicht aus, welche nachher den Furchungszellen als eine Art Bindemittel dient.

Bei derselben Art bemühte sich der genannte Forscher zu zeigen, dass das Vorn und Hinten, Rechts und Links des späteren Thieres schon während der ersten Furchungsstadien, ja zum Theil schon vor der Furchung zu einem morphologischen Ausdrucke gelangt sei. Er ist der allerdings nicht näher begründeten Ansicht, dass eine Stelle der Eizelle schon vor der Furchung „prävalire“; diese Stelle, er nennt sie den animalen Pol des Eies, werde entweder schon im unreifen Ei (wodurch?) oder erst durch die Richtungskörper oder erst durch den Eintritt des Spermatosoms bezeichnet; eine gerade Linie, welche von diesem Pole durch den Mittelpunkt des Eies geht und von ihm Eiachse genannt wird, entspreche der Hauptachse des späteren Gastrulastadiums; jener Pol bezeichne das Vorderende, sein Gegenüber, der vegetative Pol, das Hinterende des sich entwickelnden Thieres und die beiden ersten Furchungszellen seien die Vorläufer der rechten und linken Körperhälfte desselben. Selenka setzt aber schon selbst zu dieser letzten Behauptung ein Fragezeichen*) — ein gleiches Zeichen scheint mir aber auch zu der vorhergehenden Behauptung zu gehören, denn nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen ist es noch keineswegs sicher, welcher der beiden Pole der

*) Dasselbe ist in Semon's (237) Wiederholung der Selenka'schen Angaben in Wegfall gekommen.

von der „prävalirenden" Stelle aus construirten Eiachse dem animalen Pole des Gastrulastadiums entspricht. Um die Zweifel zu vermehren, kommt dazu, dass nach früheren Angaben desselben Forschers (231) bei *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria planci* durch die beiden ersten Furchungszellen nicht wie bei *Synapta digitata* das Rechts und Links, sondern das Vorn und Hinten der späteren Stadien angedeutet werden soll.

b. Als Ergebniss der Furchung wird ein blasenförmiger Embryo gebildet, dessen Wand aus sämmtlichen, zu einer einzigen Schicht geordneten Furchungszellen besteht. Dieser Embryo, Blastula oder Blastosphära oder Keimblase genannt, umschliesst einen inneren Hohlraum, das Blastocoel oder die Furchungshöhle. Seine auch Blastoderm genannte Wand ist oft an einer Stelle etwas dicker als sonst.*) Die Furchungshöhle beginnt schon im 4-zelligen Stadium sich dadurch zu bilden, dass die Zellen in der Mitte ihrer Anordnung etwas auseinander weichen. Dieser anfänglich kleine Zwischenraum öffnet sich an zwei einander gegenüber liegenden Stellen nach der Oberfläche des Eies hin; die Achse, welche der Länge nach durch denselben hindurch geht, fällt mit Selenka's Eiachse zusammen. Sie ist (bei *Synapta digitata*) dadurch ausgezeichnet, dass sie in die beiden ersten Furchungsebenen fällt; steht also die Eiachse senkrecht, so stehen auch die beiden ersten Furchungsebenen senkrecht, während sie untereinander rechte Winkel bilden. Bei dieser Orientirung des Eies liegt dann die dritte Furchungsebene wagerecht, die vierte wieder senkrecht und so abwechselnd weiter. Nach Selenka's Beobachtungen schliesst sich während der Furchung die obere und untere Mündung des Furchungsraumes, indem die Zellen dicht aneinander rücken, dagegen erweitert sich der centrale Furchungsraum in erheblichem Maasse, sodass er schliesslich (XII, 9) eine ziemlich weite Höhle darstellt. Im Innern derselben befindet sich eine zähe (schleimige), glashelle, eiweissartige Flüssigkeit, welche als Gallertkern bezeichnet wird und wahrscheinlich einer Ausscheidung seitens der Furchungszellen seine Entstehung verdankt. In der späteren Entwicklung wird dieser Gallertkern nach Selenka (231) als Nahrungsdotter verbraucht; doch fehlt es an einem näheren Nachweise der Richtigkeit dieser Behauptung und insbesondere vermisst man eine Erörterung der Frage, ob der Gallertkern etwa in Beziehung zur Grundsubstanz des späteren Bindegewebes steht.

Die soeben geschilderte Blastula, welche nach dem Gesagten unmittelbar aus der Furchung, ohne Zwischenschiebung eines Morulastadiums, hervorgeht, bleibt bei den einen Arten, z. B. bei *Cucumaria kirchsbergii* nach Kowalevsky und bei *Mülleria agassizii* nach Edwards, von der Eihaut umschlossen und erhält alsdann keinerlei Wimperhaare. Bei anderen Arten aber, z. B. bei *Cucumaria planci* nach Kowalevsky und Selenka,

*) Selenka (232) fand bei *Synapta digitata* die Dicke des Blastoderms überall gleich. Wenn er aber diesen Befund verallgemeinert und auf alle Echinodermen überträgt, so stehen dabei schon seine eigenen früheren Beobachtungen an *Cucumaria planci* und *Holothuria tubulosa* hindernd im Wege.

bei *Holothuria tubulosa* und *Synapta digitata* nach Selenka und anscheinend auch bei *Holothuria tremula* nach Danielssen und Koren, verlässt die Blastula die Eihülle und schwimmt nunmehr mit Hülfe eines Wimperkleides als freie Larve umher. Die Wimpern (Geisseln) entsprechen in ihrer Zahl je einer Furchungszelle. Solange der Embryo noch von der Eihülle umgeben ist, treten sie oft schon gegen Ende der Furchung (XII, 9) erst vereinzelt, schliesslich aber an allen Blastodermzellen als sehr feine Fäden auf, durch deren Thätigkeit der Embryo sich anfänglich langsam und mit Unterbrechung, dann aber rascher in der Eihülle dreht und schliesslich aus derselben ausbricht. Bei *Holothuria tubulosa* dauert diese Ausbildung der Blastula, vom Ende der Furchung an gerechnet, nach Selenka (231) etwa vier Stunden, sodass im Ganzen etwa 20 Stunden vergehen, bis aus dem befruchteten Eie die freischwimmende Larve geworden ist. Bei *Cucumaria planci* bemerkte derselbe Beobachter, dass die freischwimmende Blastula sich in unregelmässigen Linien meist in der Nähe des Wasserspiegels umhertreibt und dabei im Verlaufe von etwa 12 Stunden eine Verringerung ihrer Grösse um $^1/_5$ ihres Durchmessers erfährt.

c. Durch Einstülpung des verdickten Bezirkes der Blastula bildet sich ein blindgeschlossener Urdarm. Die Larve selbst tritt dadurch in das als Gastrula bezeichnete Stadium über. Der Erste, welcher eine Holothuriengastrula beschrieb, war Krohn (124); er fand, dass junge, wahrscheinlich zu *Synapta digitata* gehörige Larven einen blindgeschlossenen Darm besitzen, dessen Oeffnung er ganz richtig als After der späteren Stadien deutete. Die Entstehung dieses Urdarmes durch einen Einstülpungsvorgang seitens des Blastoderms wurde zuerst von Kowalevsky (121) bei *Cucumaria planci* und *kirchsbergii* beobachtet; doch irrte sich Kowalevsky dabei insofern, als er die Einstülpungsöffnung für den späteren Larvenmund hielt. Mit Recht widersprach Selenka (231) dieser Meinung und zeigte durch seine Untersuchungen an *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria planci*, sowie später auch an *Synapta digitata* (232), dass die ältere, von Krohn geäusserte Ansicht den Thatsachen entspricht. — Die Zeit, welche von der Fertigstellung der Blastula bis zur Ausbildung der Gastrula vor sich geht, scheint nach den vorliegenden Beobachtungen in einem gewissen Verhältnisse zur Schnelligkeit des Furchungsvorganges (s. S. 254) zu stehen, indem sie z. B. bei *Cucumaria planci* nach Kowalevsky 10 Stunden (Dauer der Furchung 24 Stunden) währt, dagegen sie bei *Holothuria tubulosa* nach Selenka nur 5—6 Stunden*) (Dauer der Furchung 16 Stunden) dauert; genau vergleichbar sind diese Ziffern freilich deshalb nicht, weil sie sich bei *Holothuria tubulosa* auf den Beginn der Einstülpung, bei *Cucumaria planci* aber auf ein schon etwas weiter vorgeschrittenes Stadium der Gastrulabildung beziehen. Bei *Synapta digitata* (Dauer der

*) Rechnet man diese Zeit bei *Holothuria tubulosa* nicht wie hier geschehen vom Schlusse der Furchung, sondern erst vom Augenblicke des Ausschlüpfens der Blastula an, so beträgt sie sogar nur 1—2 Stunden.

Furchung 12 Stunden) folgt dem Blastulastadium unmittelbar die Gastrula, sodass die Einstülpung des Urdarmes sich schon andeutet bevor noch die Blastula die Eihülle verlassen hat (XII, 10). Bei *Mülleria agassizii* endlich gibt Edwards an, dass die Gastrula am Anfange des zweiten Tages gebildet werde; doch erfahren wir dabei leider nicht, mit welcher Schnelligkeit die Furchung durchlaufen worden war.

In der vollendeten Gastrula (XII, 12) haben wir ein aus zwei Zellenschichten gebildetes Entwicklungsstadium vor uns, an welchem wir wie bei den entsprechenden Stadien anderer Thiere die äussere Zellenschicht, also den nicht eingestülpten Theil des Blastoderms, als Ectoderm von der inneren Zellenschicht, welche den Urdarm auskleidet und den eingestülpten Theil des Blastoderms darstellt, als Entoderm unterscheiden. Die Oeffnung, welche in die Einstülpung hinein führt und an deren Rand Ecto- und Entoderm ineinander übergehen, heisst der Urmund und bezeichnet das Hinterende der Larve.

Die Gastrula lässt bei den Arten, bei welchen sie frei umher schwimmt, sehr bald eine Formveränderung erkennen, indem sie aus ihrer früheren mehr oder weniger kugeligen Gestalt in eine mehr längliche übergeht. Bei *Holothuria tubulosa* z. B. beginnt diese Umformung etwa 6 Stunden nach dem Ausschlüpfen der Larve und ist nach weiteren 4 Stunden schon so weit vorgeschritten, dass die Larve nunmehr um die Hälfte länger als breit ist.

Von hier ab empfiehlt es sich, die Veränderungen der äusseren Gestalt gesondert von den Vorgängen zu betrachten, welche sich im Innern der Larve abspielen; zu diesen wenden wir uns zunächst.

2. Mesenchymbildung.

Indem Zellen in den sogenannten Gallertkern, also in die schleimige Flüssigkeit, welche die Furchungshöhle erfüllt, einwandern, entsteht daraus ein mit dem Namen Mesenchym bezeichnetes Gewebe. Ueber die Herkunft der Mesenchymzellen lauten die ersten, von Kowalevsky (121) herrührenden Angaben dahin, dass sie bei *Cucumaria kirchsbergii* durch eine der Oberfläche des Ectoderms parallel gehende Spaltung der Ectodermzellen ihren Ursprung nehmen. Indessen ist dieser Delaminationsvorgang bei keiner anderen Seewalze zur Beobachtung gelangt; vielmehr stimmen alle späteren Forscher darin überein, dass wenigstens bei den von ihnen untersuchten Arten die Bildung der Mesenchymzellen auf den sich einstülpenden, etwas verdickten Bezirk des Blastoderms beschränkt ist und auch hier nicht in Gestalt einer durchgreifenden Delamination, sondern in der Weise auftritt, dass sich einzelne Zellen rascher vermehren und einen Theil ihrer Abkömmlinge aus dem epithelialen Verbande des Blastoderms austreten und in den Gallertkern einrücken lassen. Nach Selenka (232) sollen es bei *Synapta digitata* sogar nur zwei Mesenchymzellen sein, welche auf diese Weise entstehen; er nennt sie die Urzellen des Mesenchyms und ist der Ansicht, dass alle anderen, später auftretenden Mesenchym-

zellen Abkömmlinge jener beiden erstgebildeten seien. Aber auch abgesehen davon, dass es Semon (237) nicht gelang, sich von der Richtigkeit dieser Angabe zu überzeugen, ist es durch die Untersuchungen an anderen Echinodermen*) höchst wahrscheinlich geworden, dass auch bei den Holothurien Urmesenchymzellen im Sinne Selenka's nicht vorhanden sind, sondern dass überhaupt, ohne dass sich bestimmte Zahlverhältnisse feststellen lassen, die sich vermehrenden Zellen des Einstülpungspoles die Eigenschaft haben ihre Abkömmlinge nach und nach als Mesenchymzellen in den Gallertkern eintreten zu lassen. Ob später auch noch von anderen Zellen des Blastoderms, welche dem zum Ectoderm gewordenen Theile desselben angehören, sich Mesenchymzellen ablösen, ist eine offene Frage; die zuerst auftretenden entstammen jedenfalls dem sich einstülpenden, entodermalen Theile des Blastoderms. Dabei wird aber keineswegs immer der Zeitpunkt abgewartet, in welchem die Einstülpung des Urdarmes bereits stattgefunden hat, sondern es kann die Bildung der ersten Mesenchymzellen auch Hand in Hand mit der Bildung der Einstülpung gehen oder derselben sogar vorauseilen. Dieser letztere Fall findet sich z. B. nach Selenka (231) bei *Cucumaria planci*, während bei *Holothuria tubulosa* (XII, 11) erst mit beginnender Einstülpung und bei *Synapta digitata* erst nach der Einstülpung sich Mesenchymzellen vom Entoderm ablösen. Es scheint mir von einigem Interesse, dass diese drei Arten sich in Bezug auf die Schnelligkeit ihrer ersten Entwicklungsstadien gerade umgekehrt verhalten, sodass also die Mesenchymbildung im Verhältniss zur Urdarmbildung um so früher beginnt und um so rascher fortschreitet, je langsamer die Gesammtentwicklung vor sich geht. Im Einzelnen gibt Selenka über die Mesenchymbildung der genannten Arten das Folgende an. Bei *Cucumaria planci* vermehren sich die anfänglich nur zu 3—8 vorhandenen und dann als Mesenchymkeim zusammengefassten Mesenchymzellen sehr rasch; einzelne bleiben an der Innenfläche des Blastoderms liegen, während andere als amöboide Wanderzellen in dem Gallertkern umherkriechen und denselben schliesslich mit einem beweglichen Zellennetze durchspinnen. Bei *Holothuria tubulosa* geht die Vermehrung der Mesenchymzellen langsamer vor sich; auch hier sind es nach Selenka anfänglich nur wenige (4—10) Zellen, welche den Mesenchymkeim bilden und nach seiner Ansicht den ausschliesslichen Bildungsherd aller späteren Mssenchymzellen darstellen — eine Ansicht, gegen welche ich schon vorhin Bedenken geäussert habe und welche ich auch durch Selenka's eigene Beobachtungen nicht hinreichend gestützt finde; denn manche Stellen seiner Abbildungen lassen die Deutung zu, dass auch noch später aus dem Entoderm oder selbst auch aus dem Ectoderm Mesenchymzellen entstehen können. Bei *Synapta digitata* sollen sich die beiden Urmesenchymzellen vom Gipfel des Urdarmes, woselbst sie entstanden, ab-

*) Vergl. insbesondere: Eugen Korschelt, Zur Bildung des mittleren Keimblattes bei den Echinodermen; nach Beobachtungen an *Strongylocentrotus lividus*. Zoologische Jahrbücher, Abtheil. f. Anatomie. IV. Bd. Jena 1889. p. 653—676, Taf. XXXI.

lösen und sich alsdann „an beliebigen Stellen“ der Innenfläche des Ectoderms anlagern um durch Theilungen alle späteren Mesenchymzellen zu liefern.

Selenka (232), Semon (237) und Korschelt (l. c.) erörtern auch die Frage, ob die dem Urdarme vorausgehende (*Cucumaria planci*) oder nachfolgende (*Synapta digitata*) Entstehung der ersten Mesenchymzellen als das phylogenetisch ältere Verhalten anzusehen sei? Selenka vertritt die Auffassung, dass *Cucumaria planci* das ursprüngliche Verhalten darstelle, während Semon und Korschelt zu der entgegengesetzten Ansicht zu neigen scheinen. Meinerseits möchte ich mich der Selenka'schen Ansicht anschliessen und zwar deshalb, weil sie mir am besten mit der oben hervorgehobenen Beziehung zwischen der Mesenchym- und Urdarm-Bildung einerseits und der Schnelligkeit der Gesammtentwicklung anderseits in Einklang zu stehen scheint — indessen verkenne ich nicht, dass durchschlagende Gründe für die Richtigkeit der einen oder anderen Meinung einstweilen noch nicht bekannt sind.

3. Bildung des Entero- und Hydrocoels, des primären Steinkanales, des Larvenmundes und des Vorderdarmes.

Unter dem Enterocoel verstehen wir die Anlage der späteren Leibeshöhle, unter Hydrocoel die des späteren Wassergefässsystemes und unter Hydro-Enterocoel die anfangs gemeinschaftliche Anlage beider. Soweit wir wissen, kommt es bei den Holothurien zunächst zur Bildung eines Hydro-Enterocoels, welches in der Weise entsteht, dass sich das blinde Ende des Urdarmes von dem übrigen Urdarme abschnürt und alsdann eine von Entoderm ausgekleidete, allseitig geschlossene, rundliche oder längliche Blase darstellt (XII, 13): die Hydro-Enterocoelblase (auch Vasoperitonealblase oder Vasocoelomsack genannt). Wenn sie auch im Augenblicke ihrer Bildung genau median gelagert ist, so rückt sie doch sehr bald mehr nach links; zugleich liegt sie dem Rücken der Larve näher als der nach ihrer Abschnürung übriggebliebene Urdarm, welcher sich seinerseits mit seinem neuen blinden Ende nach der Bauchseite der Larve wendet.

Durch einen kurzen Kanal, den die Hydro-Entercoelblase nunmehr an die Rückenseite der Larve entsendet, setzt sie sich mit der Aussenwelt in unmittelbare, offene Verbindung. Dieser kurze Kanal wird zum primären Steinkanal; seine äussere Mündung wird als Rückenporus bezeichnet. Bei *Synapta digitata* bildet sich nach Selenka (232) der Rückenporus schon zu einer Zeit, in welcher die Hydro-Enterocoelblase sich vom Urdarme noch nicht vollständig abgeschnürt hat; infolge dessen besteht bei dieser Art eine kurze Weile ein bei keiner anderen Seewalze und auch bei keinem anderen Echinoderm bekannt gewordener Zustand, in welchem der Urdarm durch das sich abschnürende Hydro-Enterocoel hindurch mit dem Rückenporus in Zusammen-

hang ist. Bei den übrigen Holothurien jedoch geht die völlige Abschnürung des Hydro-Enterocoels stets der Bildung des Rückenporus voraus, indessen mit dem Unterschiede, dass Rückenporus und primärer Steinkanal der nachher zu besprechenden Trennung des Hydro-Enterocoels in das Hydrocoel und das Enterocoel entweder zuvorkommen oder nachfolgen. Jenes ist z. B. nach Selenka's (231) Forschungen der Fall bei *Holothuria tubulosa*, während derselbe Forscher (231) bei *Cucumaria planci* erst an dem vom Enterocoel getrennten Hydrocoel den Rückenporus auftreten sah. Es zeigt sich so in dem zeitlichen Auftreten des primären Steinkanals das bemerkenswerthe Verhältniss, dass derselbe der Bildung eines gesonderten Hydrocoels umsomehr vorauseilt, je schneller überhaupt die Gesammtentwicklung in diesen Altersstadien verläuft. Denn wir sahen weiter oben, dass bei *Synapta* Furchung und Gastrulabildung rascher vor sich gehen als bei *Holothuria* und bei dieser wieder rascher als bei *Cucumaria*. Und wenn wir auch über die Zeit, welche bei *Synapta* von der Befruchtung bis zur Bildung des primären Steinkanals verstreicht, noch keine ganz genaue Angabe besitzen, so geht doch aus Selenka's (231) Mittheilungen hervor, dass diese Zeit kürzer ist als bei *Holothuria tubulosa*. Bei dieser Art beginnt die Abschnürung des Hydro-Enterocoels etwa um die 45ste Stunde der Entwicklung; um die 54ste Stunde hat sich dasselbe vollständig vom Urdarme getrennt und bildet nunmehr gegen Ende des dritten Tages, ungefähr zur 70sten Stunde, den primären Steinkanal mit dem Rückenporus. Bei *Cucumaria planci* dagegen ist um einen vollen Tag später die Hydro-Enterocoel-Blase noch nicht vollständig vom Urdarme abgeschnürt und vom primären Steinkanal noch keine Spur vorhanden.

Der nähere Vorgang, durch welchen Steinkanal und Rückenporus gebildet werden, ist der, dass das Hydro-Enterocoel (bei *Cucumaria planci* das Hydrocoel) einen hohlen Fortsatz gegen die Rückenwand der Larve entsendet, welcher bald an das Ectoderm anstösst, dann mit demselben verschmilzt und schliesslich nach aussen durchbricht; Selenka beobachtete diesen Vorgang sowohl bei *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria planci* (231) als auch bei *Synapta digitata* (232). Der fertige Porus liegt nicht genau in der Medianlinie des Rückens, sondern etwas nach links, entspricht also in seiner Stellung dem Hydro-Enterocoel.

Zur Geschichte des primären Steinkanals und des Rückenporus sei bemerkt, dass die erste darauf bezügliche Beobachtung von Joh. Müller (179) herrührt. Er beschrieb denselben bei der Larve der *Synapta digitata* als einen „röhrigen Strang" und sah darin anfänglich die Anlage des Genitalganges, verbesserte aber diese Anschauung sehr bald selbst (179, 180) in die richtige Ansicht, dass es sich hier um die Anlage des Steinkanales handelt. Krohn (124) sah den „Rückenkanal" bei noch jüngeren *Synapta*-Larven; Joh. Müller (179, 180) beobachtete denselben ferner bei der „Auricularia mit Kugeln" und Danielssen und Koren (220) konnten sein Vorkommen bei den von ihnen zu *Holothuria tremula* ge-

stellten*) Jungen feststellen. Desgleichen fanden ihn alle späteren Forscher bei den von ihnen untersuchten Formen.

Das Hydro-Enterocoel lernten wir schon weiter oben als ein abgeschnürtes Divertikel des Urdarmes kennen. Wir verdanken diese Kenntniss**) in erster Linie den Beobachtungen Selenka's (231 u. 232), welcher den Vorgang der Abschnürung bei *Holothuria tubulosa, Cucumaria planci* und *Synapta digitata* Schritt für Schritt verfolgte (XIII, 1). Bei *Synapta* hat das Hydro-Enterocoel im Augenblicke seiner Bildung noch nicht die bei den anderen Arten (XII, 13) sofort auftretende Blasenform, sondern stellt, mit dem primären Steinkanal zusammen, eine ziemlich gleichweite Röhre dar, welche sich erst später, nachdem sich das Enterocoel von ihr getrennt hat, in ihrem Hydrocoel-Bestandtheil bläschenförmig erweitert.

Nach Metschnikoff's (169) Entdeckung, welche von Selenka (231 u. 232) und Semon (237) bestätigt und auf andere Arten ausgedehnt wurde, zerfällt das Hydro-Enterocoel sehr bald unter gleichzeitiger Längsstreckung durch eine quere Einschnürung und darauffolgende vollständige Abschnürung in zwei in der linken Körperhälfte gelegene Blasen: eine vordere, das Hydrocoel***), und eine hintere, das Enterocoel (XIII, 2). Der primäre Steinkanal bleibt dabei in Verbindung mit dem Hydrocoel oder tritt (bei *Cucumaria planci*) erst jetzt an diesem auf. Das jetzt bläschenförmige Hydrocoel (auch Wassergefässblase oder einfach Gefässblase genannt) hängt an dem primären Steinkanal wie eine Beere an ihrem Stiele und war in dieser Form bereits Joh. Müller (178) bekannt. Derselbe hielt das Bläschen, welches er bei der Auricularia von *Synapta digitata* und bei der „Auricularia mit Kugeln" beobachtete, zuerst für die Anlage des ganzen zukünftigen Echinoderms, überzeugte sich aber bald durch seine fortgesetzten Untersuchungen (179 u. 180), dass nur das Wassergefässsystem daraus seine Entstehung nimmt.

Bemerkenswerth ist seine allerdings bis jetzt unbestätigt gebliebene Angabe, dass bei der „Auricularia mit Kugeln" das Hydrocoelbläschen mitunter in der rechten, statt in der linken Körperhälfte liege. Aus der Bläschenform geht das Hydrocoel durch Ausbuchtungen, welche an seiner der Körperoberfläche zugekehrten Seite auftreten, in eine (erst bohnenförmige, dann dreilappige und schliesslich) fünflappige Gestalt über, wie das Joh. Müller (179 u. 180), Bauer (10), Metschnikoff (169) und Semon (237) an den vorhingenannten Auricularien, Selenka

*) Vergl. die Anmerkung ***) auf S. 251.

**) Soweit nur die Holothurien, nicht die Echinodermen überhaupt, in Betracht kommen.

***) Kowalevsky (121) will beobachtet haben, dass das Hydrocoel der *Cucumaria kirchbergii* auf ganz andere Weise, nämlich durch eine Einstülpung des Ektoderms, zu Stande komme. Indessen steht diese Behauptung in so tiefgreifendem Gegensatze zu allem, was wir sonst bei Holothurien und anderen Echinodermen über die Entwicklung des Wassergefässsystems wissen, dass wir sie auf sich beruhen lassen müssen.

(231) an den Larven von *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria planci* festgestellt haben (XIII, 3). Zugleich beginnt das Hydrocoel seine Lage zu ändern, indem sein bis dahin hinteres Ende*) sich bauchwärts und nach vorn, dagegen das bis dahin vordere Ende sich rückwärts und nach hinten verschiebt, bis schliesslich das ganze Hydrocoel in einer zur Körperachse annähernd queren Ebene liegt. Dabei biegen sich ferner die beiden Enden des Hydrocoels, als wollten sie die Körperachse umgreifen (was sie später auch wirklich thun), sodass das ganze Hydrocoel jetzt mit einer Spange oder einem Hufeisen verglichen werden kann, dessen convexe Seite mit fünf Ausbuchtungen besetzt ist.

Unterdessen hat aber auch der andere Abschnitt des zertheilten Hydro-Enterocoels, das Enterocoel, wichtige Veränderungen erfahren. Unmittelbar nach seiner völligen Abschnürung stellt dasselbe ein schlauch- oder bläschenförmiges Gebilde dar, welches nach hinten in die Länge wächst. Zugleich rückt das wachsende Hinterende, von links her schräg nach oben und hinten aufsteigend, an die Rückseite des Darmes, überschreitet dort die Medianebene und erreicht dann, schräg nach unten und vorn absteigend, die rechte Seite des Darmes. In diesem Stadium stellt das ganze Enterocoel ein spangen- oder hufeisenförmiges Gebilde vor, welches den Darm unvollständig umgreift und darin eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Verhalten des Hydrocoels zu erkennen gibt. Es bleibt aber das Enterocoel kein einheitliches Gebilde, sondern theilt sich nunmehr in zwei Stücke, indem der nach rechts gerückte Theil sich von dem links gebliebenen durch eine Einschnürung und schliessliche Trennung vollständig ablöst. Alsdann ist das früher einheitliche Enterocoel in ein linkes und ein rechtes zerlegt, die sich zu beiden Seiten des Darmes lagern (XIII, 4 u. 5).

Der eben geschilderte Vorgang der Bildung eines linken und rechten Enterocoels wurde zuerst von Metschnikoff (169) bei *Synapta digitata*, dann von Selenka (231) bei *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria planci* beobachtet. Dagegen war das Ergebniss des Vorganges (XIII, 3) schon Joh. Müller (178, 179, 180) bekannt. Derselbe beschrieb die beiden Enterocoele unter dem Namen „wurstförmige Körper“ bei der Auricularia von *Synapta digitata* und bei der „Auricularia mit Kugeln“ und war der Meinung, dass es sich dabei um solide Zellenanhäufungen, um „Ablagerungen von Bildungsmasse“, handle. Auch von Baur (10) sind diese Gebilde nicht unbeachtet gelassen, aber ebenfalls für compakt gehalten worden. Erst Metschnikoff klärte ihre Entstehung und Bedeutung auf und zeigte zugleich, was Semon (237) neuerdings bestätigte, dass sie

---

*) Der Deutlichkeit halber will ich bemerken, dass ich mir hier und überall im Folgenden die Larve so orientirt denke, dass ihre Körperachse der Haltung der fertigen Holothurie entsprechend horizontal liegt. Ventral oder unten bezeichnet dann natürlich dieselbe Region, welche bei aufrechter Stellung der Körperachse als vorn bezeichnet wird, und vorn heisst dann dieselbe Region, welche bei aufrechter Stellung oben heisst.

keineswegs solide sind, wenn sich auch bei *Synapta digitata* ihr Lumen vorübergehend auf einen feinen Spaltraum verringert. Er nannte sie wegen der übrigens schon von Joh. Müller (180) und Baur (10) bemerkten Scheibenform, welche sie bei *Synapta digitata* annehmen, die lateralen Scheiben und verglich sie mit einem Uhrgläschen, welches seine concave Seite dem Darme zugekehrt hat. Selenka führte dafür die Bezeichnung Peritonealblasen oder Cölomsäcke ein, um dadurch einerseits dem Umstande gerecht zu werden, dass sie bei *Holothuria tubulosa* und noch mehr bei *Cucumaria planci* von Anfang an einen deutlichen Hohlraum erkennen lassen und um anderseits ihre zukünftige Rolle schon im Namen anzudeuten.

Nachdem der Urdarm das Hydro-Enterocoel abgegeben hat und während dieses die vorhin erwähnten Umbildungen durchmacht, wächst das blinde Ende des Urdarmes weiter und biegt sich zugleich nach der Bauchseite der Larve. Zur selben Zeit oder schon etwas früher (XII, 13) ist an der Bauchseite eine zuerst von Krohn (124) beobachtete Einbuchtung des Ektoderms, die sog. Mundbucht, aufgetreten, welche sich allmählich tiefer einsenkt und schliesslich mit ihrem blinden Ende das blinde Ende des Urdarmes erreicht. Beide brechen an ihrer Berührungs- und Verwachsungsstelle ineinander durch und bilden so das fertige, mit Mund und After ausgestattete Darmrohr der Larve. Auch diesen Vorgang hat bereits Krohn (124) gesehen, doch haben erst Selenka (231, 232) und Semon (237) Näheres darüber berichtet. An dem fertigen Darme der Larve lassen sich drei Abschnitte als Vorderdarm, Mitteldarm und Enddarm unterscheiden. Der Vorderdarm grenzt sich stets scharf durch eine Einschnürung (XIII, 2—5) vom Mitteldarme ab. Dieser zeichnet sich durch die beträchtliche Ausweitung seines Innenraumes aus und geht durch eine weniger scharfe Einschnürung in den engeren Enddarm über. Bei *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria planci* soll die Einschnürung, welche den Vorderdarm vom Mitteldarme trennt, nach Selenka (231) der Durchbruchsstelle der ektodermalen Mundbucht in den Urdarm entsprechen, also der Vorderdarm vom Ektoderm her entstanden sein. Bei *Synapta digitata* dagegen liefert nach demselben Forscher (232) die Ektoderm-Einstülpung nicht den Vorderdarm, sondern nur einen Vorhof des Mundes; die Durchbruchsstelle in den Urdarm entspricht hier der eigentlichen Mundöffnung; der Vorderdarm selbst aber entsteht durch eine unvollständige Abschnürung des vordersten Urdarmbezirkes. Diese Auffassung der Vorderdarm-Bildung bei *Synapta* scheint auch schon Krohn (124) gehabt zu haben und neuerdings ist sie von Semon (237) bestätigt worden. Demnach wäre der Vorderdarm der *Synapta* seiner Herkunft nach wesentlich verschieden von dem gleichnamigen Darmabschnitt der jungen *Holothuria* und *Cucumaria*. Um aber eine solche tiefgreifende Verschiedenheit mit Bestimmtheit behaupten zu können, reichen die vorliegenden Beobachtungen keineswegs aus. Mir wenigstens scheinen die Angaben Selenka's über die Vorderdarmbildung bei *Holothuria* und

Cucumaria nicht beweiskräftig genug zu sein; erneuerte, ausdrücklich auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen werden wahrscheinlich zu einem anderen Ergebnisse führen.

4. Die äussere Gestaltung der Larve.

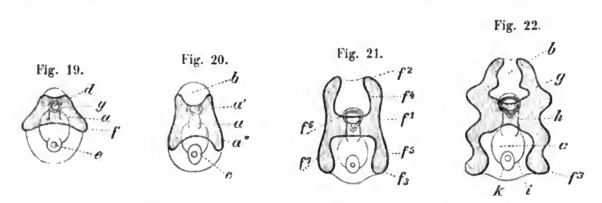
Die Betrachtung der äusseren Form der Larve haben wir (S. 257) im Stadium der allseitig bewimperten, länglichen, frei schwimmenden Gastrula verlassen. Indessen haben wir schon früher, bei der Besprechung des Blastulastadiums (S. 255) gesehen, dass keineswegs bei allen Holothurien eine frei schwimmende Larve auftritt. Bei *Cucumaria kirchbergii* ist nach den Beobachtungen von Kowalevsky (121) die ganze Entwicklung eine direkte, welche ohne Larvenstadien im Innern der Eihülle durchlaufen wird. Vielleicht findet dasselbe Verhalten bei *Mülleria agassizii* Sel., sowie bei manchen der durch eine besondere Brutpflege ausgezeichneten Arten, wie *Cucumaria minuta* (Fabr.), *laevigata* (Verr.), *crocea* (Less.), *Psolus ephippifer* W. Thoms. statt; doch wissen wir darüber bis jetzt nichts Bestimmtes. Dass durch die Brutpflege die Larvenentwicklung nicht vollständig ausgeschlossen wird, lehren die Beobachtungen von Kowalevsky (121) an den mit Hülfe eines Wimperkleides in der mütterlichen Leibeshöhle umherschwimmenden Jungen von *Phyllophorus urna* Grube, wie umgekehrt vollständiger Mangel der Larvenentwicklung auch ohne Brutpflege möglich ist (bei *Cucumaria kirchbergii*).

A. Die Auricularia.

Bei denjenigen Arten, deren Entwicklungsgeschichte genauer durchforscht ist, ich meine *Synapta digitata*, *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria planci*, treffen wir übereinstimmend eine indirekte Entwicklung an, deren erstes Larvenstadium in der schon erwähnten frei schwimmenden, allseitig bewimperten, länglichen Gastrula gegeben ist. Durch das Auftreten des dorsalen Rückenporus und der ventralen Mundbucht, oft auch durch eine Verschiebung des zum After werdenden Urmundes aus seiner anfänglichen terminalen in eine ventrale Lagerung (bei *Synapta* und *Holothuria*) nimmt die Larve nunmehr auch äusserlich eine bilateral-symmetrische Form an, welche dann zu noch schärferem Ausdrucke kommt, wenn die Gastrula-Larve ihre Bewimperung in der Weise abändert, dass die als Auricularia bezeichnete zweite Larvenform zur Ausbildung gelangt.

In diesem, bei *Synapta digitata* und *Holothuria tubulosa* gegebenen Falle nämlich, verliert die Larve ihre Bewimperung auf dem weitaus grössten Theile ihrer Oberfläche. Erhalten bleiben die Wimpern der Ektodermzellen nur im Bereiche eines ununterbrochenen Streifens, welcher sich bilateralsymmetrisch zu der durch die Mundbucht gekennzeichneten Medianebene anordnet und einen hin- und hergebogenen Verlauf nimmt.

Zugleich tritt in der Umgebung der Mundbucht eine querliegende Vertiefung der ventralen Oberfläche des Larvenkörpers ein. Diese Vertiefung, das sog. Mundfeld, setzt sich an den beiden Flanken des Körpers nach vorn und hinten fort, um schliesslich abgerundet zu endigen. So entsteht jederseits eine der Länge nach verlaufende Vertiefung, das sog. Seitenfeld; die beiden Seitenfelder sind durch das quere Mundfeld mit einander verbunden, bilden also damit zusammen eine etwa H-förmige Figur. Der Querstab der H-Figur entspricht dem Mundfeld, die beiden senkrechten Seitenstäbe den Seitenfeldern. Der vorhin erwähnte Wimperstreifen, der gewöhnlich als Wimperschnur bezeichnet wird, ist nun so angeordnet, dass er ohne Unterbrechung den Rändern des Mundfeldes und der Seitenfelder folgt, gewissermaassen eine Umsäumung derselben bildet. Wie



Schematische Darstellung der allmählichen Ausbildung der äusseren Gestalt der Auricularia-Larve; die Ventralseite ist dem Beschauer zugekehrt. Mundfeld und Seitenfelder sind schraffirt; die Wimperschnur ist durch eine dicke schwarze Linie angedeutet. Die Abschnitte des Darmes (Vorder-, Mittel-, Enddarm) sind in ihren Umrissen angedeutet.

a Mundfeld, *a'* Vorderer, *a''* hinterer Theil des rechten Seitenfeldes. *b* Stirnfeld. *c* Afterfeld. *d* Eingang in die Mundbucht. *e* After. *f* Wimperschnur; f^1 dorsaler Longitudinaltheil der Wimperschnur; f^2 vordere Umbiegung des Longitudinaltheiles der Wimperschnur; f^3 hintere Umbiegung des Longitudinaltheiles (= Ohrzipfel oder Aurikel); f^4 vorderer ventraler Longitudinaltheil; f^5 hinterer ventraler Longitudinaltheil; f^6 vorderer Transversaltheil; f^7 hinterer Transversaltheil. *g* Die adorale Wimperschnur (punktirt). *h* Vorderdarm. *i* Mitteldarm. *k* Enddarm.

ein Blick auf die obenstehenden schematischen Figuren (Fig. 19 bis 22) lehrt, ist die Ausdehnung der Seitenfelder nach vorn und hinten anfänglich ganz unbedeutend, steigert sich aber bald (Fig. 21) so, dass die erwähnte H-Figur sehr deutlich wird. An der Wimperschnur kann man den die Seitenfelder umsäumenden Theil als den Longitudinaltheil, den das Mundfeld begrenzenden als den Transversaltheil unterscheiden. Des Näheren unterscheidet man (Fig. 21): 1) den dorsalen Longitudinaltheil, welcher den dorsalen Rand des Seitenfeldes bildet; 2) dessen vordere, 3) dessen hintere Umbiegung; 4) den vorderen ventralen Longitudinaltheil und 5) den hinteren ventralen Longitudinaltheil, welche beide zusammen den ventralen Rand des Seitenfeldes darstellen; 6) den vorderen und 7) den hinteren Transversaltheil, welche die vordere und hintere Begrenzung

des Mundfeldes bilden. Das vor dem vorderen Transversaltheil der Wimperschnur gelegene Stück der ventralen Körperoberfläche wird als das Stirnfeld, das hinter dem hinteren Transversaltheil befindliche Stück als Afterfeld bezeichnet. Die Wimperschnur zeigt namentlich in ihrem Longitudinaltheil die Neigung, sich wellen- oder guirlandenförmig hin- und herzubiegen (Fig. 22 u. XIII, 3, 6), indem der Rand der Seitenfelder entsprechende Lappen (Zipfel) und Buchten bildet. Insbesondere zieht sich die hintere Umbiegungsstelle des Longitudinaltheiles der Wimperschnur (Fig. 21, 22 u. XIII, 3, 6) meistens zu einem Zipfel aus, welcher bei umgekehrter*) Stellung der Larve eine entfernte Aehnlichkeit mit einem Ohre hat und dadurch Veranlassung war, dass Joh. Müller (178) für das hier geschilderte und von ihm entdeckte zweite Larvenstadium der Holothurien den Namen Auricularia einführte.**) Während so am Hinterende der Larve die beiderseitigen Theile der Wimperschnur durch Bildung der Ohrzipfel auseinanderweichen, zeigen sie am vorderen Körperende das entgegengesetzte Bestreben, was so weit gehen kann, dass die linke und die rechte vordere Umbiegungsstelle der Wimperschnur sich bis zur Berührung einander nähern (XIII, 3).

Ausser der soeben erwähnten Wimperschnur besitzen die Auricularien aber noch einen zweiten davon unabhängigen Wimperstreifen, der sich wegen seiner versteckten Lage und geringen Ausdehnung der Beobachtung leicht entziehen konnte. Er wurde erst neuerdings durch Semon (237) unter der Bezeichnung „adorale Wimperschnur“ näher beschrieben. Wie der Name andeutet, verläuft die adorale Wimperschnur (XIV, 8) im Umkreise des Mundes als eine in dem Mundvorhofe gelegene wimpernde Ektoderm-Verdickung, welche den Mundeingang anfangs einfach kreisförmig umgürtet (s. Fig. 19 u. 20), später aber am ventralen Mundrande eine schlingenförmige Ausbuchtung (Fig. 21 u. 22) in den Vorderdarm entsendet und dadurch das schon von Joh. Müller hervorgehobene hasenschartenähnliche Aussehen der Mundöffnung veranlasst.***) Semon (237) ist übrigens nicht ganz im Rechte, wenn er die Meinung ausspricht, es sei die adorale Wimperschnur von den früheren Forschern gar nicht bemerkt worden; denn es finden sich wenigstens Spuren von hierher gehörigen Beobachtungen sowohl bei Joh. Müller als auch bei Metschnikoff und Selenka. Jener zeichnete in einer seiner Abbildungen (179, Taf. IV, Fig. 1) in die übergewölbte Wand der Mundbucht einen gleichbreiten queren Streifen ein, den er zwar in Text und Tafelerklärung nirgends erwähnt, der aber nichts anderes sein kann als ein Theil der adoralen Wimperschnur. Metschnikoff (169) aber spricht von einem über dem Munde gelegenen Ektodermband, welches

*) Genauer: das Hinterende nach oben, das Vorderende nach hinten, die Bauchseite nach vorn gerichtet.

**) Joh. Müller hielt die Auricularien anfänglich (178) für Seesternlarven, zeigte aber selbst schon in seiner nächsten Abhandlung (179), dass sie die Larven von Holothurien sind.

***) Vergl. auch Semon, Zur Morphologie der bilateralen Wimperschnur der Echinodermenlarven. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 25, 1890.

offenbar mit dem von Müller gezeichneten Gebilde identisch ist.*) Selenka (232) endlich beschreibt bei jungen Auricularien eine wulstförmige, ektodermale Verdickung des Mundrandes, welche nach hinten „durch den hasenschartenartigen Einschnitt der Mundöffnung winklig geknickt erscheint" und wohl auch nur auf die adorale Wimperschnur bezogen werden kann. Indessen bleibt Semon das Verdienst, zum ersten Male auf diese adorale Wimperschnur nachdrücklich hingewiesen und uns mit deren Lage und Bau näher bekannt gemacht zu haben.

Endlich scheinen auch noch am After der Auricularien Wimperzellen auftreten zu können; denn Semon (237) bemerkte wenigstens bei der gleich näher zu schildernden „Auricularia mit Rädchen" einen Kranz grösserer Wimpern im Umkreis der Afteröffnung.

Von der im Vorstehenden beschriebenen Auricularia-Larve sind bis jetzt vier Arten bekannt, nämlich: 1) die Auricularia mit Kalkrädchen, 2) die Auricularia mit Kugeln, 3) die Auricularia der *Holothuria tubulosa*, 4) die grosse Auricularia von Orotava.

1. Die Auricularia mit Kalkrädchen (XIII, 3) wurde von Joh. Müller (178) entdeckt und zuerst beschrieben. Weiterhin wurde sie von Baur (10), der ihre Zugehörigkeit zu *Synapta digitata* nachwies, sowie von Metschnikoff (169), Selenka (232) und Semon (237) näher untersucht. Ihre Länge wird von Joh. Müller zu 0,66—0,88, von Baur zu 0,8, von Semon zu 1,4—1,7 mm angegeben. Diese Unterschiede in der Grösse erklären sich vielleicht nur aus dem verschiedenen Alter und aus individuellen Differenzen der gemessenen Larven, vielleicht aber weisen sie darauf hin, dass diese Larven doch nicht alle zur selben Art gehören. Die Möglichkeit ist nicht von der Hand zu weisen, dass unter den Auricularien mit Kalkrädchen ausser den Larven der *Synapta digitata* auch diejenigen der *Synapta inhaerens* versteckt sind. Die Auricularia mit Kalkrädchen ist von ausserordentlich durchsichtiger, glasheller Beschaffenheit. Der dorsale Longitudinaltheil ihrer Wimperschnur bildet an jeder Körperseite zwei oder mehr Zipfel; in ähnlicher Weise bildet auch der vordere und der hintere ventrale Longitudinaltheil der Wimperschnur je einen Seitenlappen. Die Ohrzipfel sind gut ausgebildet und am vorderen Körperende sind der rechte und der linke Theil der Wimperschnur in Berührung. Was aber diese Auricularien-Art ganz besonders kennzeichnet, ist das Auftreten rädchenförmiger Kalkkörper in den Ohrzipfeln. Die Rädchen haben einen Querdurchmesser von 0,03—0,037 mm und besitzen 12—16 Speichen. Ihre Form und Entstehung haben wir schon bei einer früheren Gelegenheit (S. 41, 42 u. I, 9; II, 15, 16) kennen gelernt. Ihre Zahl schwankt von 1—6, welche sich in ungleicher Weise so auf die beiden Ohrzipfel zu vertheilen pflegen, dass der linke in der

*) Aus Skizzen, welche ich vor Jahren (1880) in Neapel nach lebenden Auricularien anfertigte, ersehe ich, dass auch mir damals das betreffende Querband des Mundvorhofes nicht entgangen ist.

Regel ein oder zwei Rädchen mehr enthält als der rechte, z. B. links 3, rechts 1 oder links 4, rechts 2 oder links 2, rechts 1 oder links 1, rechts 0; doch kommt es auch vor, dass jederseits gleichviele Rädchen (2 oder 1) vorhanden sind, oder dass nur rechts sich ein solches befindet. Ausser den Rädchen findet sich sehr häufig eine zweite Art von Kalkgebilden in Gestalt von soliden Kalkkugeln. Dieselben liegen ebenfalls in den Ohrzipfeln, haben annähernd denselben Durchmesser wie die Rädchen und scheinen ebenso wie diese den linken Ohrzipfel vor dem rechten zu bevorzugen. Entweder ist nur eine Kugel vorhanden oder man findet deren 2 oder 3. Nach Semon (237) tritt die erste Kugel stets im linken Ohrzipfel auf. Sind 2 vorhanden, dann liegt eine links, die andere rechts. Bei 3 Kugeln scheint es abweichenderweise vorzukommen, dass alle 3 rechts liegen. Rädchen und Kugeln sind oft gleichzeitig vorhanden und nicht selten besitzen jüngere Larve der Kugeln und Rädchen mehr als ältere. In der zeitlichen Reihenfolge geht nach Metschnikoff (169) und Semon (237) das erste Auftreten der Kalkkugeln dem der Rädchen voraus.

2. Die Auricularia mit Kugeln (XIII, 6) wurde gleichzeitig mit der vorigen von Joh. Müller (178, 179, 180) entdeckt und beschrieben, ist aber leider seitdem nicht wieder Gegenstand einer genaueren Untersuchung gewesen. So wissen wir auch bis jetzt nicht, welche Holothurie sich aus ihr entwickelt, sondern haben in dieser Richtung nur die Vermuthung von Baur (10), dass sie die Larve irgend einer füssigen Holothurie sei, sowie eine ältere Angabe von Joh. Müller (179, S. 23), aus welcher man sich veranlasst sehen könnte, an eine Zugehörigkeit zu *Stichopus regalis* (Cuv.) zu denken. Die Länge dieser Auricularia beträgt 0,8—0,9 mm. In einer Reihe von Punkten unterscheidet sie sich von der Auricularia mit Rädchen, so in Färbung, Verlauf der Wimperschnur, Gestalt der (oder richtiger des) Kalkkörper und Besitz von elf, aus organischer Substanz gebildeter Kugeln. Die Färbung des glashellen, durchsichtigen Thieres ist ein fleckiges Gelb oder Roth, welches zum Theil durch die blassrothe Farbe der 11 Kugeln, zum grösseren Theile aber durch eine gelbe (und rothe) Pigmentirung der Wimperschnur und zerstreuter runder Flecken der übrigen Körperoberfläche bedingt ist. Semon (237) erklärt dieses Pigment für schmarotzende einzellige Algen, ohne indessen dafür einen näheren Nachweis zu geben. Die Wimperschnur bleibt bei dieser Auricularia am vorderen Körperende durch einen weiteren Abstand von der Medianebene entfernt. Die Ohrzipfel sind gut ausgebildet, beherbergen aber keine Kalkkörper. Dafür liegt ein einziger unpaarer Kalkkörper in der Mitte des Hinterendes, welches selbst eine nach hinten gerichtete Hervorwölbung zwischen den Ohrzipfeln darstellt. Dieser Kalkkörper besteht aus einem rundlichen Centraltheile, welcher nach vorn mehrere verästelte oder unverästelte Fortsätze entsendet. Mitunter liegen an derselben Stelle statt des einen Kalkkörpers deren zwei oder mehr. Mit seinen Fortsätzen umfasst der Kalkkörper die unpaare

elfte der gleich zu besprechenden Kugeln. Der Zeit seiner Bildung nach geht der Kalkkörper dem Auftreten der Kugeln voran. Diese schon durch ihre Farbe auffallenden Kugeln sind solide und bestehen aus einer zähen, elastischen, nicht näher erforschten Substanz. Es sind deren im Ganzen 11, welche sich so vertheilen, dass eine unpaare hinten vor dem Kalkkörper liegt, die übrigen sich zu 5 Paaren an den Seiten des Larvenkörpers anordnen; das vorderste und das hinterste Paar liegen an den Stellen, wo der dorsale Longitudinaltheil der Wimperschnur in den ventralen umbiegt; die drei anderen Paare liegen so zwischen jenen, dass sie den Zipfeln des dorsalen Longitudinaltheiles der Wimperschnur entsprechen.

3. Die Auricularia der *Holothuria tubulosa* (XIII, 7) wurde von Selenka (231) aus den Eiern dieser Seewalze gezüchtet, womit die Vermuthung von Kowalevsky (121), dass gerade diese Art kein Auricularia-Stadium besitze, widerlegt war. Sie hat eine Länge von 0,45 mm. Ihre Wimperschnur ist durch eine Anzahl grünlicher, Fettkörner enthaltender Zellen ausgezeichnet und verläuft viel einfacher als bei den beiden vorigen Auricularien, indem sie keine Seitenzipfel bildet. Auch die Ohrzipfel sind nicht ausgebildet. Ferner enthält diese Auricularia weder Kalkkörper noch elastische Kugeln. Da sie aber nur eine kurze Zeit lang weiter gezüchtet werden konnte, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sie später in diesen und jenen Punkten eine grössere Aehnlichkeit mit den beiden vorigen Auricularien bekommt.

4. Die grosse Auricularia von Orotava, von unbekannter Zugehörigkeit. Sie wurde von Chun*) bei dem genannten Orte der Canarischen Inseln beobachtet und ist einmal durch ihre auffallende, 7 mm betragende Länge, dann aber auch dadurch ausgezeichnet, dass sich ihre Wimperschnur „zu zahlreichen, zöttchenförmigen Auswüchsen erhebt, die dendritisch verästelt und regelmässig symmetrisch angeordnet der Larve das Aussehen eines kleinen Opisthobranchiers verleihen“.

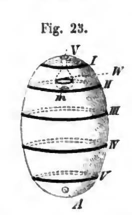
B. Die tonnenförmige Larve mit Wimperreifen.

Soweit wir wissen, erfährt die Auricularia, um zur Gestalt der fertigen Seewalze zu gelangen, zunächst noch eine Umbildung in eine neue Larvenform und erst aus dieser entsteht dann die junge Seewalze. Diese neue Larvenform hat eine mehr oder weniger tonnen- oder fässchenförmige Gestalt und ist durch den Besitz von Wimperreifen ausgezeichnet, welche ihren länglichen, drehrunden Leib umgürten. Da wir die frei-

*) Bericht über eine nach den Canarischen Inseln im Winter 1887/88 ausgeführte Reise. Sitzungsb. d. Berliner Akad. d. Wiss. 1889. Nr. XXX.

schwimmende, allseitig bewimperte Gastrula als die erste, die daraus entstandene Auricularia als die zweite Larvenform bezeichnet haben, so haben wir demnach in der aus der Auricularia entstehenden tonnenförmigen, mit Wimperreifen ausgestatteten Larve die dritte Larvenform vor uns. Ihr Entdecker Joh. Müller (179) verglich sie bereits mit dem Puppenzustande der Insekten, was insofern zutreffend ist, als eine Nahrungsaufnahme während der Dauer dieses Larvenstadiums nicht stattzufinden scheint. Wohl aber bewegt sich die tonnenförmige Larve mit Hülfe ihrer Wimperreifen lebhaft umher. Von den oben angeführten 4 Auricularia-Arten sind nur von den beiden ersten die aus ihnen entstehenden tonnenförmigen Larven näher bekannt.*)

Fig. 23.



Schema des fertigen, aus der Auricularia mit Kalkrädchen entstandenen Tonnenstadiums. *I*—*V* die 5 Wimperreifen. *V* Eingang in den Mundvorhof, in welchem ein aus Stücken der Wimperschnur entstandener Wulst *W* (= Mundschild) und die eigentliche Mundöffnung *m* angedeutet sind. *A* After.

1. Die Tonnenform der Auricularia mit Kalkrädchen wurde zunächst von Joh. Müller (179 u. 180) beobachtet und späterhin von Baur (10), Metschnikoff (169) und Semon (237) genauer untersucht (XIII, 9). Sie unterscheidet sich von der Auricularia durch ihre drehrunde, fässchenförmige, vorn etwas stärker als hinten abgestutzte Gestalt (Fig. 23), durch den Besitz von fünf**) Wimperreifen an Stelle der früheren Wimperschnur, durch die Verlagerung der Kalkkörper in die Mitte des Hinterendes und durch die endständige oder doch fast endständige Stellung von Mund und After. Die Wimperreifen sind nach Joh. Müller gelblich gefärbt, während der übrige Körper die ungefärbte Beschaffenheit der Auricularia bewahrt hat. Die Zahl der Kalkkörper scheint keine weitere Vermehrung zu erfahren, sodass wir denselben (seien es Rädchen oder Kugeln oder beides) in ebenso schwankenden Zahlverhältnissen begegnen, wie bei der Auricularia; nur sind sie alle in die Mitte des Hinterendes zusammengerückt. Die Länge der ganzen Larve ist jetzt erheblich kleiner als in dem vorgegangenen Auriculariastadium, indem sie nur 0,6 bis 0,5 oder selbst nur 0,4 mm beträgt; in dieser Verkleinerung des Körpers kommt eine Verdichtung der Gewebe zum Ausdrucke, welche sich auch in einer Abnahme der Durchsichtigkeit bemerklich macht. Die fünf

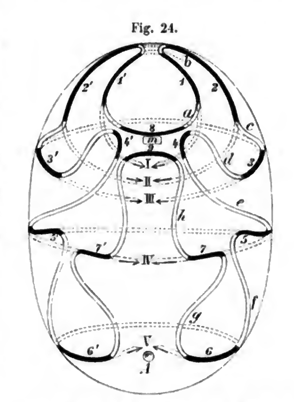
*) Von der dritten, oben (S. 269) aufgeführten, zu *Holothuria tubulosa* gehörigen Auricularia wird die Tonnenform von Graeffe (73) zwar angeführt, aber ohne jede weitere Beschreibung gelassen.

**) Nach Baur (10) sollen mitunter nur 4 Wimperreifen vorhanden sein, was sich wohl daraus erklärt, dass der vorderste Wimperreifen später auftritt. Baur hatte wahrscheinlich einzelne Larven vor sich, bei denen der vorderste Reifen noch nicht ganz ausgebildet war und deshalb übersehen werden konnte.

Wimperreifen liegen in annähernd gleichen Abständen von einander entfernt. Der Eingang in den Vorhof des Mundes befindet sich am vorderen Pole der Körperachse, also vor dem ersten Wimperreifen. Der After liegt etwas bauchwärts vom hinteren Pole, dicht hinter dem fünften Wimperreifen. Der Rückenporus scheint seine Stelle stets hinter dem dritten Wimperreifen einzunehmen.

Von besonderem Interesse ist es, den Uebergang der Auricularia in diese Tonnenform im Einzelnen zu verfolgen. Schon Joh. Müller (179 u. 180) hat einige darauf bezügliche Beobachtungen gemacht, aber erst Baur (10) und Metschnikoff (169) haben den Nachweis erbracht, dass es sich dabei nicht um eine vollständige, sondern nur um eine theilweise Auflösung der alten Wimperschnur handelt, deren Bruchstücke sich alsdann zur Bildung der fünf Wimperreihen neu ordnen. Auch Semon (237) hat diese Vorgänge genauer verfolgt, ohne freilich in seiner Darstellung den früheren Forschern ganz gerecht zu werden. — Während sich das Mundfeld der Auricularia noch tiefer einsenkt, verstreichen die Seitenfelder ebenso wie die Rand- und Ohrzipfel. Dadurch bekommt der Körper annähernd die Form eines Ellipsoides (Fig. 24), auf dessen Oberflächen die Wimperschnur in wellenförmigem Verlaufe angeordnet ist. Aber schon vorher hat die Wimperschnur eine Zerstückelung erfahren. An nicht weniger als 16 Stellen wird ihr früherer Zusammenhang unterbrochen. Diese Unterbrechungen liegen einander rechts und links paarig gegenüber; in dem Schema (Fig. 24) sind sie in der linken Körperhälfte der Larve mit den fortlaufenden Buchstaben *a*—*h* bezeichnet. Die mit *b*, *d*, *e*, *g* und *h* bezeichneten 10 Unterbrechungen liegen an der Bauchseite und sind schon von Metschnikoff deutlich ihrer Zahl und Stellung nach erkannt worden.

Fig. 24.



Schema über die Entstehung der 5 Wimperreifen der Puppe aus den Stücken der Wimperschnur bei der „Auricularia mit Kalkrädchen"; die Bauchseite ist dem Beschauer zugekehrt; die Stücke der Wimperschnur sind breit schwarz gezeichnet, die Unterbrechungen hell gelassen.

m Gegend des in der Tiefe gelegenen Mundes; *A* After.

Die (14) Stücke des Longitudinaltheiles der Wimperschnur sind links mit 1—7, rechts mit 1'—7' bezeichnet. Die beiden Transversalstücke der Wimperschnur sind mit 8 und 9 bezeichnet. Die 8 jederseitigen Unterbrechungen der Wimperschnur sind nur links mit *a*—*h* bezeichnet.

Die punktirten, mit Pfeilen endigenden Linien geben die Richtungen an, in welchen sich die Stücke der Wimperschnur zu den 5 Reifen (I—V) der Puppe ergänzen und verbinden.

Dazu kommen die beiden dorsal gelegenen Unterbrechungen *c* und *f*, sowie die nahe dem vorderen Körperpole befindliche Unterbrechung *b*. Von diesen 16 Unterbrechungen tritt das mit *b* bezeichnete Paar zuletzt auf, sodass vorher nur die 14 anderen wahrzunehmen sind. Daraus erklärt sich, dass Semon überhaupt nur diese 14 angiebt (XIII, 8). Den 16 Unterbrechungen entsprechen ebensoviele Stücke der Wimperschnur. Von diesen 16 Stücken entfallen jederseits 7, also zusammen 14, auf den früheren Longitudinaltheil der Wimperschnur; sie sind in dem Schema links mit den Ziffern *1—7*, rechts mit *1'—7'* bezeichnet. Das 15. und 16. Stück der Wimperschnur entspricht dem früheren Transversaltheil der Wimperschnur; sie sind mit den Ziffern *8* und *9* bezeichnet. Wie Metschnikoff (169) zuerst beobachtete, bilden die Stücke *8* und *9* zusammen mit den Stücken *4* und *4'* eine annähernd rechteckige, an den Ecken unvollständige Begrenzung des früheren Mundfeldes, welches selbst sich weiterhin immer tiefer einsenkt und so zu einem Bestandtheile des Vorhofes des Mundes wird. Ist diese Einsenkung vollendet, so stellt der ganze Vorhof einen beutel- oder umgekehrt trichterförmigen Hohlraum dar, welcher mit der Aussenwelt nur durch eine enge Oeffnung in Zusammenhang steht (Fig. 23). Auf die weiteren Schicksale der in den Vorhof gelangten 4 Stücke der Wimperschnur kommen wir später (S. 285) zurück, doch sei hier vorgreifend bemerkt, dass dieselben sich zu dem sog. Mundschild vereinigen. Die übrigen 12 Stücke bleiben an der Oberfläche der Larve und bauen hier die fünf Wimperreifen auf, welche in unserem Schema (Fig. 23, 24) von vorn nach hinten mit Nr. *I—V* bezeichnet sind. Die Wimperreifen *I, II, III* und *V* entstehen aus je 2, der Wimperreifen *IV* dagegen aus 4 Stücken der Wimperschnur. Die Stücke *1* und *1'* bauen den ersten Wimperreifen auf, *2* und *2'* den zweiten, *3* und *3'* den dritten, *5 5'*, *7* und *7'* den vierten, *6* und *6'* den fünften. Während das geschieht, verschieben sich die einzelnen Körpertheile insofern, als der bisher ventral gelegene Eingang in den Mundvorhof und ebenso der After eine endständige Lage annehmen. Das frühere Stirnfeld der Auricularia kommt dadurch auf den Rücken zu liegen. Die Achse des Darmes hatte bis dahin vom Munde zum After einen ventralwärts concaven Verlauf, während sie sich jetzt gewissermaassen streckt und dadurch mit der Längsachse des Körpers ungefähr zusammenfällt. Die Richtung, in welcher sich die Wimperschnurstücke durch Weiterwachsen ihrer Enden zu Reifen schliessen, ist in dem Schema durch punktirte Linien angedeutet. An allen 5 Reifen tritt der schliessliche Schluss des Reifens nach Semon's (237) Beobachtungen an der Bauchseite später ein als an der Rückenseite; jedoch schliessen sich die Reifen nicht zu gleicher Zeit. Nach Metschnikoff's und Semon's übereinstimmenden Beobachtungen kommt der dritte Wimperreifen zuerst dagegen der erste zuletzt zum vollständigen Schlusse.

2. Die Tonnenform der Auricularia mit Kugeln wurde ebenso wie die vorige zuerst von Joh. Müller (179) beobachtet und

zum Gegenstande wiederholter Untersuchungen (180, 181) gemacht, welche leider von keinem späteren Forscher wieder aufgenommen worden sind. Wie bei der vorigen ist ihr Körper von 5 Wimperreifen umgürtet, welche die gelbe Pigmentirung noch reichlicher zeigen als dies an der Wimperschnur der Auricularia der Fall war. Die zehn paarigen elastischen Kugeln der Auricularia haben ihre seitliche Stellung bewahrt und liegen in der Regel so, dass an jedem Wimperreifen jederseits sich eine Kugel befindet. Die elfte Kugel ist in der Mitte des Hinterendes verblieben und unmittelbar hinter ihr liegt wie früher das eine Kalkkörperchen, welches aber jetzt niemals mehr die früheren Fortsätze zu besitzen scheint, sondern nur eine einfach kugelförmige Gestalt darbietet. Die Länge des ganzen Körpers beträgt nach Joh. Müller 0,66 mm, woraus hervorgeht, dass auch in diesem Falle wie in dem vorigen beim Uebergange der Auricularia in die Tonne eine Verkleinerung der Gesammtgrösse eintritt. After*) und Mundvorhof liegen ebenso wie bei der vorigen Art und auch der Rückenporus scheint in der Regel dieselbe Stelle hinter dem dritten Wimperreifen festzuhalten.

An dieser Tonnenlarve war es schon Joh. Müller gelungen, die Entstehung der Wimperreifen aus der Wimperschnur der Auricularia zu verfolgen. Er sah, wie die Wimperschnur in Stücke zerfällt, welche sich zu den Reifen ordnen. Vergleicht man seine Darstellung mit dem, was wir durch spätere Forscher über denselben Vorgang bei der Auricularia mit Rädchen erfahren haben, so wird es ausserordentlich wahrscheinlich, dass zwischen den 5 Wimperreifen beider Tonnenlarven eine vollständige Homologie besteht. Da wo in dieser Hinsicht die Angaben von Joh. Müller von dem oben in Betreff der *Synapta*-Tonnenlarve Gesagten abweichen, werden sich voraussichtlich durch erneute Untersuchungen dennoch Uebereinstimmungen ergeben. Mehr aus den Abbildungen als aus den Worten von Joh. Müller (181) geht bereits jetzt in vielen Punkten eine vollkommene Uebereinstimmung in der Beziehung der Wimperschnur zu den Wimperreifen beider Larven hervor. In beiden Fällen bildet sich der vorderste Wimperreifen zuletzt und entsteht aus den in unserem Schema mit *1* und *1'* bezeichneten und auch hier erst spät sich von *2* und *2'* sondernden Stücken. Ferner lässt Joh. Müller den zweiten Wimperreifen (zum Theil) aus den von mir mit *2* und *2'*, den dritten (ebenfalls zum Theil) aus den mit *3* und *3'*, den vierten aus den mit *5*, *5'*, *7* und *7'* und den fünften aus den mit *6* und *6'* bezeichneten Stücken**) hervorgehen. So weit die Uebereinstimmung! Die Unterschiede der Joh. Müller'schen Angaben zu den oben für die *Synapta*-Tonnenlarve gemachten sind die folgenden: Er lässt auch die Stücke

*) An einer späteren Stelle gibt Joh. Müller (181) allerdings die Lage des Afters etwas anders an, nämlich ventral zwischen dem vierten und fünften Wimperreifen.

**) Um Missverständnissen vorzubeugen, sei bemerkt, dass Joh. Müller die betreffenden Stücke in anderer Weise numerirt hat.

8 und *9* an dem Aufbau der Wimperreifen sich betheiligen und erwähnt keine Stücke, welche den mit *4* und *4'* bezeichneten entsprechen; in Zusammenhang hiermit steht es, dass er ein Hineinrücken von Theilen der Wimperschnur (entsprechend den Stücken *8*, *9*, *4*, *4'*) in den Vorhof des Mundes nicht beobachtet hat. Das Stück Nr. *8* tritt nach ihm in Verbindung mit den Stücken *2* und *2'*, um mit ihnen zusammen die zweite Wimperschnur aufzubauen, und ebenso verhält sich das Stück *9* zu den Stücken *3* und *3'*.

So viel wissen wir über die tonnenförmigen Holothurienlarven, welche aus einer Umbildung von Auricularia-Larven hervorgehen. Nun aber gibt es auch Fälle, in welchen das Auricularia-Stadium übersprungen wird und sich aus der freischwimmenden, allseitig bewimperten Gastrula sofort eine tonnenförmige Larve entwickelt. Es ist allerdings in dieser Hinsicht bis jetzt nur ein einziger*) Fall und auch nicht einmal in erschöpfender Weise bekannt geworden. Nach Kowalevsky's Beobachtungen besitzt diese direkt entstandene tonnenförmige Larve (XIII, 10) der *Cucumaria planci* an ihrem buckelförmig aufgetriebenen Vorderende eine gleichmässige vollständige Bewimperung; hinter diesem Kopfbuckel aber ist die Bewimperung des übrigen tonnenförmigen Körpers in 4 Reihen angeordnet. Das Ganze nennt Kowalevsky, indem er auf die Aehnlichkeit mit der aus einer Auricularia entstandenen Tonnenlarve aufmerksam macht, ein Flimmerkleid aus 5 Reifen, hält also die Bewimperung des Kopfbuckels für gleichwerthig mit dem ersten Wimperreifen der Auricularia-Tonnenlarve. Diese Uebereinstimmung scheint jedoch keine ganz vollständige zu sein, wenn man erwägt, dass bei der Auricularia-Tonnenlarve der Vorhof des Mundes vor dem ersten Wimperreifen mündet, bei *Cucumaria planci* dagegen hinter dem Wimperfeld des Kopfbuckels zwischen ihm und dem ersten der 4 eigentlichen Reifen (an der Ventralseite). Aber es liegen, wie wir oben gesehen, auch bei der Auricularia-Tonnenlarve diejenigen Stücke der Wimperschnur, aus welchen sich der erste Reifen aufbaut, anfänglich dorsalwärts von der Oeffnung des Mundvorhofes. Und nimmt man hinzu, dass aus Selenka's (231) Darstellung hervorgeht, dass auch bei *Cucumaria planci* der Rückenporus hinter dem dritten Reifen mündet, wenn man die Bewimperung des Kopfbuckels als ersten Reifen rechnet, so macht es doch den Eindruck, als wenn eine morphologische Gleichwerthigkeit der Wimperreifen bei den Auricularia-Tonnenlarven einerseits und der Tonnenlarve der *Cucumaria* anderseits zugestanden werden müsse. Leider besitzen wir keine näheren Untersuchungen, welche sich ausdrücklich bemühen, die Entstehung der Reifen bei *Cucumaria* aufzuklären. Wir wissen deshalb auch nicht, ob nicht bei dem jedenfalls ziemlich schnell verlaufenden Uebergange aus der allseitig bewimperten Gastrula in die Tonnenform die Bewimperung vorübergehende

---

*) Ein zweiter Fall liegt wahrscheinlich bei *Psolus fabricii* (Düb. & Kor.) vor, soweit sich aus den kargen Angaben von A. Agassiz (1) entnehmen lässt.

Beziehungen zur Anordnung der Wimperschnur der Auricularien erkennen lässt. Es ist sehr wohl möglich, dass in der angedeuteten Weise Spuren eines Auricularia-Stadiums auch bei *Cucumaria planci* vorhanden sind. — Der Vollständigkeit halber sei noch bemerkt, dass Selenka (231) bei *Cucumaria planci* sehr selten Larven bemerkte, welche statt der regelmässigen 4 Reihen deren 5 hinter dem Eingange des Mundvorhofes besassen und dass derselbe Forscher bei den *Cucumaria planci*-Larven überhaupt in der Umgebung des am hinteren Körperende befindlichen Afters noch ein bewimpertes Feld (XIII, 10) angibt, welches Kowalevsky entgangen war.

C. Der Uebergang der tonnenförmige Larve in die junge Seewalze

geschieht durch ein allmähliches Schwinden der Wimperreifen und Wimperfelder. Bei *Cucumaria planci* wird zugleich der Kopfbuckel in den Nacken des jungen Thieres gedrängt, indem die Eingangsöffnung in den Mundvorhof an das Vorderende des Thieres rückt. Später wird das den Kopfbuckel erfüllende Gewebe nach und nach wie ein Nahrungsmaterial resorbirt, bis der letzte Rest desselben und damit auch der Kopfbuckel selbst geschwunden ist. Wenn man absieht von dem Abwerfen der Wimperhaare, scheint ein eigentlicher Substanzverlust (etwa eine Häutung oder ein ähnlicher Vorgang) beim Uebergang der Larve in die junge Seewalze nirgends vorzukommen.

Ueber die Zeitdauer, welche die ganze Metamorphose in Anspruch nimmt, besitzen wir nur bei *Synapta digitata* genauere Angaben, nach welchen die vollständige Ausbildung der Auricularia von der Eiablage an etwa $1^1/_2$ Monate und dann die weitere Umbildung durch das tonnenförmige Stadium bis zur jungen *Synapta* etwa 2 Monate in Anspruch nimmt. Bei Formen, welche, wie *Cucumaria planci**), das Auricularia-Stadium überspringen, verläuft die ganze Metamorphose sehr viel rascher.

5. Feinerer Bau der Larve, insbesondere der Auricularia.

Die Haut der Larve besteht aus den Zellen des urspünglichen Ektoderms, welche sich aber mit Ausnahme der Wimperschnur sehr stark abgeplattet und ihre frühere Bewimperung verloren haben. Nach Semon (237) sind sie auch ihrer Kerne verlustig gegangen. Von innen lagern sich abgeflachte, kernführende Mesenchymzellen in einer einfachen, nicht vollständig geschlossenen Lage an sie an. Etwas verwickelter ist der Bau der Haut im Bereiche der Wimperschnur. Hier haben die

*) Graeffe (73) gibt für diese Art circa 1 Monat als Dauer der Metamorphose an, was nach meinen Beobachtungen fast um die Hälfte zu viel ist.

Ektodermzellen eine rundliche Gestalt und sind so dicht angeordnet, dass man auf einem Querschnitte durch die Wimperschnur deren etwa 20 sieht (XIII, 11); kaum die Hälfte derselben liegt oberflächlich und ist bewimpert, die übrigen sind in die Tiefe gedrängt und wimperlos. Unter dem Ektodermbestandtheile der Wimperschnur, welcher sich etwas in das darunterliegende Mesenchym einsenkt, legen sich abgeplattete Mesenchymzellen zu einer die Ektodermzellen von unten und von den Seiten her stützenden Halbrinne zusammen.

Das genauere Studium der Haut hat zu der Erkenntniss geführt, dass die Auricularia ein bilateral-symmetrisches Nervensystem besitzt, welches im engsten Zusammenhange mit dem Ektoderm steht. Schon Joh. Müller (179) bemerkte an der Stelle, wo rechts und links das quere Mundfeld der Auricularia in die der Länge nach verlaufenden Seitenfelder übergeht, eine im Allgemeinen gleichfalls der Länge nach verlaufenden Leiste, erblickte darin aber nur eine bestimmtere Abgrenzung des Mundfeldes. Auch Selenka (232) hat diese Gebilde in einer seiner Abbildungen (232, Taf. X, Fig. 89) angedeutet, aber in dem zugehörigen Texte nicht erwähnt. Erst durch Metschnikoff (170) erfuhren sie eine nähere Untersuchung. Er beschreibt die beiden Seitenleisten als unter einem stumpfen Winkel geknickte, geradlinige Bänder, welche den vorderen und hinteren Transversaltheil der Wimperschnur miteinander verbinden. Die Spitze des Winkels ist nach aussen und zugleich etwas dorsalwärts gerichtet und nähert sich dem mittleren Zipfel des dorsalen Longitudinaltheiles der Wimperschnur. Jede Seitenleiste stellt ein Nervencentrum dar und besteht aus zwei regelmässig geordneten Reihen von ektodermalen Geisselzellen (XIII, 12), unter welchen sich eine grosse Anzahl äusserst feiner (wahrscheinlich mit den Geisselzellen zusammenhängender) Nervenlängsfasern und eine geringe Anzahl bi- und tripolarer Nervenzellen befinden. Vom vorderen und hinteren Ende, sowie von der Winkelspitze dieser Nervencentren gehen peripherische Nerven ab, von welchen der vordere sich zum Rande des vorderen, der hintere zum Rande des hinteren Transversaltheiles der Wimperschnur begibt und der mittlere (an der Winkelspitze) seinen Weg zum mittleren Zipfel des dorsalen Longitudinaltheiles der Wimperschnur nimmt. Diese Angaben Metschnikoff's wurden durch Semon (237) im Ganzen bestätigt und dahin ergänzt, dass die Seitenleisten („Lateralstreifen") sich gleichzeitig mit der Wimperschnur entwickeln und an ihrer Innenseite ebenso wie diese von einer Halbrinne des Mesenchyms gestützt werden. Nach Semon tragen die Zellen der Seitenleisten nicht je eine Geissel, sondern zahlreiche Wimperhärchen und sind auch nicht immer ganz genau in zwei, sondern manchmal in drei oder mehr Reihen geordnet. Die zwischen den Nervenfasern von Metschnikoff angegebenen besonderen Nervenzellen betrachtet Semon nur als in die Tiefe gerückte, wimperlos gewordene Zellen der Wimperzellenschicht, deren sämmtliche Zellen (wie Metschnikoff vermuthet hatte) mit den Fasern in Verbindung stehen und sonach

Nervenzellen darstellen. Von den peripherischen Nerven, welchen die Bedeckung durch Wimperzellen fehlt, nimmt Semon an, dass sie in die Wimperschnur eintreten und mit deren Zellen Verbindungen eingehen. — Ueber das spätere Schicksal des Nervensystems der Auricularia s. S. 285.

Ueber den feineren Bau des Hydrocoels der Larve ist zu bemerken, dass schon in dem Stadium, in welchem dasselbe noch mit dem Enterocoel ein einheitliches Gebilde darstellt, die Zellen seiner entodermalen Auskleidung zum Theil ihre Geisseln verlieren, denn Selenka (231) sah bei *Holothuria tubulosa* nur vereinzelte Geisseln in das Lumen der Hydro-Enterocoelblase ragen und fand bei *Synapta digitata* (232) ihr Vorkommen auf die Nähe des Rückenporus beschränkt. Ebenso bemerkte derselbe Forscher (231), dass auch in dem Enterocoel nach seiner Abtrennung vom Hydrocoel nur ganz vereinzelte Zellen ihre Geissel behalten haben. In späteren Larvenstadien aber erhält das innere Epithel des Hydrocoels wieder eine reichlichere Bewimperung, welche nach Semon (237) zunächst in den Fühlerkanälen des tonnenförmigen Stadiums (bei *Synapta digitata*) bemerkbar wird und später auch in den übrigen Theilen des Wassergefässsystemes nachzuweisen ist. Nicht unerwähnt kann an dieser Stelle die schon von Joh. Müller (179 u. 180) angedeutete Differenz des Epithels im primären Steinkanal und dem daran hängenden Hydrocoel bleiben, welche darin besteht, dass das Epithel des Steinkanals viel durchsichtiger ist, seine Kerne weniger deutlich erkennen lässt und sich an der Mündung des Kanals in das Hydrocoel ziemlich scharf von dem Epithel dieses letzteren absetzt (nach eigenen Beobachtungen an Auricularien).

An dem Darme der Larve hat schon Joh. Müller (178 u. 179) eine innere Wimperung beobachtet, welche sich auf seine ganze Länge erstreckt. Obschon sich Krohn (124) davon bei ganz jungen Auricularien nicht überzeugen konnte, wurde Müller's Angabe von Baur (10), Kowalevsky (121), Selenka (231, 232) an allen von ihnen untersuchten Arten übereinstimmend bestätigt. Die wimpernden Zellen bilden nach Selenka eine einfache Schicht von cylindrischen*) Geisselzellen, jede Zelle mit einem ziemlich kräftigen Geisselhaar. Nach Semon (237) verlieren die Zellen des Vorderdarms unter gleichzeitiger Abplattung ihre Wimpern, während die adorale Wimperschnur und deren in den Vorderdarm hineinreichende Schlinge (s. S. 266) zur Ausbildung gelangen, sodass von da an nur noch Mitteldarm und Enddarm der Larve eine einheitliche Wimperung besitzen. — Am Epithel des Mitteldarmes beobachtete Semon (237), dass dasselbe bei älteren Auricularien anscheinend höher ist als bei jüngeren.

*) Wenn Semon (237) dazu bemerkt, dass die Zellen eigentlich keine Cylinder, sondern Pyramiden (noch besser wäre: Prismen) darstellen, so sagt er damit nur etwas, was bekanntlich wohl für alle sog. „Cylinder"-Epithelzellen gilt.

IV. Weiterentwicklung der einzelnen Organe.

1. Die Epidermis.

Wie Baur (10) und Metschnikoff (169) feststellten, findet weder bei der Bildung der Auricularia noch auch beim Uebergange derselben in die tonnenförmige Larve, sowie dieser in die junge Holothurie irgend ein Häutungsvorgang statt. Die Epidermis des jungen Thieres stammt also in direkter Linie von dem Ektoderm der Gastrula, hat aber dennoch tiefgreifende Veränderungen erfahren. Nachdem schon in der Larve die ursprünglich allen Ektodermzellen zukommende Bewimperung sich auf die Wimperschnüre, Seitenstreifen und Wimperreifen beschränkt hatte, ist bei der jungen Holothurie die ganze hochgradig abgeplattete Epidermis wimperlos geworden. Als Reste der früheren Wimperreifen tragen die jungen Holothurien, welche sich aus der „Auricularia mit Kugeln" entwickelt haben, nach Joh. Müller (181) fünf Pigmentringe, welche später verschwinden. Nach Semon (237) aber werden bei *Synapta digitata* die Wimperreifen der tonnenförmigen Larve nicht einfach rückgebildet, sondern übernehmen eine neue, höchst merkwürdige Rolle, indem ihre Zellen sich über die ganze übrige Epidermis ausbreiten und ein neues Körperepithel aufbauen. Er beschreibt den Vorgang des Näheren so, dass zunächst die Mesenchymrinnen, welche den Wimperreifen zur Stütze dienen, sich abflachen. Dann lösen sich die Wimperreifen auf, indem ihre Zellen unter gleichzeitigem Verluste ihrer Wimpern sich über die ganze Körperoberfläche zerstreuen, „an Stelle" der abgeplatteten Larvenepidermis setzen und nun „die Mutterzellen sowohl des indifferenten Körperepithels als auch der Hautsinneszellen" der jungen *Synapta* darstellen. Ich kann aber die Bemerkung nicht unterdrücken, dass mir der hier von Semon behauptete Vorgang einer Neubildung des Körperepithels noch der genaueren Aufklärung und sicheren Feststellung sehr bedürftig zu sein scheint.

2. Die Mesenchymzellen und der „Gallertkern".

Die Mesenchymzellen, deren Entstehung wir S. 257—259 kennen gelernt haben, sind als fertige Gebilde zuerst bei der Auricularia der *Synapta digitata* durch Joh. Müller (179) beobachtet und auch von den späteren Forschern hauptsächlich an dieser Art untersucht worden. Joh. Müller beschrieb sie zunächst als durchsichtige, theils rundliche, theils unregelmässig geformte Körperchen; bei wiederholter Untersuchung (180, 181) erkannte er kernhaltige Zellen in ihnen, nachdem unterdessen auch Krohn (124) sie als „längliche, spindelförmige Kerngebilde" bezeichnet hatte. Müller sah, dass Fortsätze und Fäden nach verschiedenen Richtungen von ihnen abgehen und eine Art Balkenwerk bilden; auch

bemerkte er, dass ein Theil derselben sich um den primären Steinkanal gruppirt, um hier Kalkgewebe abzusondern. Indessen war es doch erst Kowalevsky (121), welcher eine bestimmte Ansicht über die histogenetische Bedeutung der Mesenchymzellen aussprach. Er lässt sie bei *Cucumaria kirchbergii* hauptsächlich zur Bildung der Muskeln und Bindegewebszellen, daneben aber auch zur Bildung der Kalkkörper verbraucht werden, eine Ansicht, welche sich in der Folgezeit trotz verschiedener Wandlungen schliesslich als im Ganzen richtig herausgestellt hat. Diese Wandlungen bestanden wesentlich darin, dass Metschnikoff (169) jede Beziehung der Mesenchymzellen (= seiner „Cutiszellen“) zur Bildung von Muskeln leugnete und nur das Bindegewebe (namentlich der Lederhaut) mit den darin befindlichen Kalktheilen daraus entstehen liess, während umgekehrt Selenka (231) ihre Hauptleistung in der Bildung der Muskelfasern erblickte und nur nebenbei eine Betheiligung am Aufbau stützender Skelettheile (Kalkring, Madreporenabschnitt des Steinkanals) zugab.

Von Muskeln sollten nach der damaligen Ansicht Selenka's (231) die folgenden aus Mesenchymzellen ihre Entstehung nehmen (bei *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria planci*): 1) die Quermuskulatur der Körperwand, 2) wahrscheinlich auch die Längsmuskeln der Körperwand, 3) die Muskulatur der Darmwand, insbesondere die Ringmuskelschicht, 4) die Muskelfasern in der Wandung des Wassergefässsystemes. Zur Stütze seiner Ansicht führte Selenka namentlich an, dass es ihm gelungen sei, an den Saugfüsschen und Fühlern der Jungen von *Cucumaria planci* die Umwandlung der Mesenchymzellen in Ringmuskeln direkt zu verfolgen. Wir erfahren aber später von demselben Forscher (232), dass sich die Sache anders verhält, indem die Fühler (und wie er hätte hinzufügen können auch die Füsschen) der jungen *Cucumaria planci* gar keine Ringmuskeln*), sondern nur Längsmuskelfasern besitzen, diese aber nicht von Mesenchymzellen, sondern von den Zellen des Innenepithels geliefert werden. Auch in Betreff der Quer- und Längsmuskulatur der Körperwand gibt Selenka (232), nachdem er seine Untersuchungen auf *Synapta digitata* ausgedehnt, seine früheren Behauptungen vollständig auf und hält auch für die Muskulatur der Darmwand nur insofern daran fest, als er die Ringmuskelschicht des Vorderdarmes nach wie vor von Mesenchymzellen ableitet. Dieser modificirten Ansicht Selenka's schliesst sich neuerdings Semon (237) an, erweitert sie aber insofern, als er am Vorderdarm der *Synapta digitata*-Larven auch noch eine innere, bis dahin unbekannte**) Längsmuskellage wahrnahm, welche ebenso wie die Ringmuskelschicht von den Mesenchymzellen abstamme.

---

*) Die frühere Behauptung Selenka's vom Vorhandensein dieser Ringfasern steht übrigens auch im Widerspruch mit dem S. 99 u. 109 besprochenen Baue der Fühler und Füsschen der erwachsenen Thiere.

**) Diese innere Längsmuskellage ist beim erwachsenen Thiere nicht mehr vorhanden (s. S. 153) und schon im Puppenstadium der Larven so schwach, dass sie kaum mehr nachzuweisen ist.

Viel grösser ist die Bedeutung der Mesenschymzellen für die Entwicklung der Bindesubstanzen. Alle bindegewebigen Bestandtheile sammt den darin befindlichen kalkigen Harttheilen sind Abkömmlinge der Mesenchymzellen. Metschnikoff (169), der zuerst nachdrücklich auf diese Bedeutung der Mesenchymzellen hinwies, war auch der Erste, welcher ihre aktiven Bewegungserscheinungen wahrnahm. Indem sie als Wanderzellen in dem an Stelle der Furchungshöhle getretenen Gallertkern (s. S. 255) der Larve mit ihren pseudopodienartigen Ausläufern umherkriechen und sich zum Theil auf die Oberfläche der dem Entoderm entstammenden inneren Organe sowie auf die Innenfläche des Ektoderms lagern, erzeugen sie einen bindegewebigen Ueberzug, bez. eine bindegewebige Lederhautschicht. Mit dieser Auffassung stimmen die neueren Beobachtungen Selenka's (232)*) und Semon's (237) überein; letzterer fügte die bemerkenswerthe Thatsache hinzu, dass die zur Lederhaut werdenden Mesenchymzellen bei der Auricularia eine zwar nicht vollkommen geschlossene, aber doch einem Epithel sehr ähnlich sehende Schicht an der Innenseite des stark abgeplatteten Ektoderms darstellen.

Zu den von den Mesenchymzellen gelieferten Theilen gehören ferner die kalkigen Skeletstücke. Nachdem Joh. Müller (180) die erste darauf bezügliche Beobachtung mitgetheilt hatte, konnten alle späteren Forscher [Kowalevsky (121), Metschnikoff (169)] übereinstimmend feststellen, dass sowohl in der Umgebung des primären Steinkanales (XIII, 4) als auch in der Nähe des Wassergefässringes Ansammlungen der Mesenchymzellen auftreten, um zwischen sich dort das primäre Madreporenköpfchen, hier die Stücke des Kalkringes aufzubauen. Auch die Kalkkörper der Haut scheinen ausnahmslos den Mesenchymzellen ihre Entstehung zu verdanken, denn die gegentheilige und neuerdings von Hérouard (s. S. 241) wieder aufgenommene Behauptung Selenka's (231), dass ein Theil der Kalkkörperchen der Haut seine Herkunft von der ektodermalen Epithelschicht ableite, entbehrt nicht nur eines näheren Nachweises, sondern scheint auch von ihrem eigenen Urheber nicht mehr festgehalten zu werden.

Ein Rest von Mesenchymzellen, nämlich diejenigen, welche weder zur Bildung von Bindegewebe oder Kalktheilen, noch zur Bildung von Muskelfasern Verwendung gefunden haben, bleibt in der eiweissartigen Flüssigkeit des „Gallertkernes" (= Furchungshöhle) zurück, um später theils resorbirt zu werden, theils als Inhaltszellen der Blutflüssigkeit (s. darüber auch S. 300) und weiterhin überhaupt in Gestalt der fast in allen Geweben der fertigen Seewalzen auftretenden Wanderzellen fortzuleben.

Der Gallertkern selbst sammelt sich bei einzelnen Arten, z. B. bei *Cucumaria planci*, im Stadium der tonnenförmigen Larve in grösserer Menge im vorderen Körperabschnitte an und bildet hier mit den ihn

*) Früher (231) hatte Selenka vermuthet, dass die Lederhaut ein Erzeugniss der Epidermis sei.

durchwandernden Mesenchymzellen das Füllmaterial des sog. Kopfbuckels oder Kopfkegels (XIII, 10). Später wird seine Substanz als Nahrungsmaterial aufgebraucht oder (?) geht zum Theil in die Grundsubstanz des Bindegewebes über. Die Consistenz des Gallertkernes scheint übrigens je nach den Arten eine verschiedene zu sein. Bei der Auricularia der *Synapta digitata* z. B. scheint sie sich der flüssigen zu nähern, wie aus dem Umstande hervorgeht, dass nach Müller's (179) Beobachtung zwischen Vorderdarm und Hydrocoel bei jeder Contraction des ersteren ein mit der „Gallertsubstanz“ erfüllter Zwischenraum auftritt, welcher bei der nächsten Ausdehnung des Vorderdarmes wieder verdrängt wird. Im Kopfbuckel der *Cucumaria planci* dagegen ist sie viel fester und widersteht einem ziemlichen Drucke.

3. Die Skeletstücke.

Ueber die weitere Entwicklung der zwischen zusammengelagerten Mesenchymzellen (s. S. 280) entstandenen Skeletstücke ist zunächst zu berichten, dass die Kalkrädchen und Kalkkugeln der Auricularien später beim Uebergang der tonnenförmigen Larve in die junge Holothurie ganz zu verschwinden scheinen, wenigstens ist bei letzteren ein dauernder Fortbestand derselben bis jetzt nicht nachgewiesen. Die der ausgebildeten Holothurie eigenthümlichen Formen von Kalkkörperchen entwickeln sich, wie schon Baur (10) bei *Synapta digitata* gezeigt hat, unabhängig von den Rädchen und Kugeln der Larve. Bei *Cucumaria planci* treten schon im tonnenförmigen Stadium gitterförmige Kalkplättchen auf, welche sich sehr bald zu einem geschlossenen Panzer aneinander legen (XIV, 9) und wie ich im Gegensatze zu Danielssen und Koren (220) vermuthe, später nicht mehr verloren gehen, sondern als dauernde Gebilde in die fertige Holothurie herübergenommen werden, was nicht ausschliesst, dass sie durch spätere Wachsthumsvorgänge ihre Form erheblich ändern können.

Die Verkalkung des Steinkanals beginnt schon im Auricularia- oder, wo ein solches nicht vorhanden ist, im tonnenförmigen Stadium in der Weise, dass, wie Joh. Müller (180) zuerst feststellte, in der Umgebung des Steinkanales und zugleich in der Nähe seines äusseren Endes sich ein feines Kalknetz (XIV, 7) entwickelt, welches die erste Anlage des späteren Madreporen-Abschnittes des ausgebildeten Steinkanales ist.

Auch die erste Anlage des Kalkringes wurde zuerst von Joh. Müller (179) beobachtet. Sowohl bei der Auricularia mit Rädchen als auch bei der Auricularia mit Kugeln konnte er feststellen, dass beim Uebergange in die tonnenförmige Larve zwischen den Wurzeln der 5 Fühleranlagen je 2, im Ganzen also 10 Skeletstücke (XIV, 7) auftreten, welche sich zu einem Skeletringe ordnen. Jedes Kalkstück stellt ein querliegendes, an den Enden gegabeltes und an den Spitzen der kurzen Gabel-

äste wieder mit kurzen Zweigen besetztes Stäbchen (XIV, 2—5) dar. Damit stimmen die Beobachtungen von Thomson (270) an jungen Thieren der *Synapta inhaerens* überein.*) Weiterhin wurde dann durch Baur (10), Metschnikoff (169) und Semon (236 u. 237) der Nachweis erbracht, dass bei *Synapta digitata* diesem zehntheiligen Stadium des Kalkringes ein anderes Stadium (XIV, 1) vorausgeht, in welchem derselbe zunächst nur aus 5 mit den Fühleranlagen abwechselnd gestellten Kalkstücken besteht. Semon zeigte dann weiter, dass diese 5 zuerst auftretenden Kalkstücke dieselben sind, welche beim ausgebildeten Thiere als Radialstücke des Kalkringes bezeichnet werden. Zwischen diese fünf Radialstücke schieben sich später fünf Interradialstücke ein, jedoch wie es scheint nicht in allen Interradien zu gleicher Zeit; denn Baur gibt an, dass dem fünftheiligen ersten Stadium des Kalkringes zunächst ein acht- und dann erst das zehntheilige Stadium folge. An letzterem bemerkte Semon (237), dass 2 von den 10 Stücken grösser sind**) als die übrigen; leider gibt er nichts Näheres über die Lage der beiden grösseren Stücke an. Die zehntheilige Zusammensetzung des Kalkringes wird zu einer Zeit erreicht, in welcher von einer Vermehrung der Fühler noch nichts zu bemerken ist. Später aber, wenn sich die Fühler auf 10 und schliesslich auf 12 vermehrt haben, treten zu den vorhandenen zehn Kalkringstücken noch zwei hinzu und zwar nach Thomson (270) (bei *Synapta inhaerens*) an gegenüberliegenden Stellen des Ringes. — Wie sich die übrigen Holothurien, insbesondere die Dendro- und Aspidochiroten bezüglich der Entwicklung ihres Kalkringes verhalten, bedarf noch der Untersuchung, doch dürfte die Vermuthung gestattet sein, dass auch bei ihnen sich zuerst die fünf Radialstücke anlegen und dann erst zwischen diesen die fünf Interradialstücke zur Ausbildung kommen.

4. Die Muskulatur.

Die Quer- und Längsmuskeln der Körperwand schienen nach den ersten darauf bezüglichen Mittheilungen in ihrer Entstehung verschieden zu sein. Während jene nach Metschnikoff (169) bei *Synapta digitata* aus der Aussenwand des Enterocoels ihre Entstehung nehmen, sollen diese bei derselben Art nach Baur (10) und Metschnikoff (169) durch Fortsätze des Mundschildes (S. 272) geliefert werden. Dagegen behauptete Selenka (231) bei *Cucumaria planci* und *Holothuria tubulosa* eine übereinstimmende Abstammung der Quer- und Längsmuskeln von Mesenchymzellen, überzeugte sich aber später (232) unter Hinzuziehung der *Synapta digitata* von der Unrichtigkeit dieser Auffassung, nahm aber nunmehr wieder insofern einen genetischen Gegensatz zwischen Quer- und Längs-

*) Nur scheinen die jungen Kalkringstücke bei *Synapta inhaerens* nicht an beiden, sondern nur an einem Ende gegabelt zu sein.

**) Uebrigens auch schon von Joh. Müller (180, p. 12 u. Taf. IX, Fig. 2) erwähnt.

muskeln an, dass er zwar beide für Abkömmlinge des Entoderms, jedoch die Quermuskeln für Produkte der Enterocoelwand, die Längsmuskeln aber für Erzeugnisse der Hydrocoelwand (nämlich der radialen Wassergefässe) erklärte. Dem gegenüber erbrachte Semon (237) wenigstens für *Synapta digitata* den Nachweis, dass sowohl die Quer- als auch die Längsmuskeln von den Epithelzellen der Enterocoelwand hervorgebracht werden. Wie man sieht, herrscht Uebereinstimmung bezüglich der Entstehung der Quermuskeln. Die Widersprüche beziehen sich nur auf die Herkunft der Längsmuskeln, welche nach Semon erst nach den Quermuskeln zur Ausbildung gelangen; was Baur und Metschnikoff für die Anlagen der Längsmuskeln gehalten, war ein Bestandtheil der Radialnerven-Anlagen (S. 286) und bei Selenka liegt eine Verwechselung der in der Wand der radialen Wassergefässe auftretenden Längsmuskelfasern mit den weiter nach innen gelegenen Längsmuskeln der Körperwand vor. — Ueber das erste Auftreten der Rückziehmuskeln des Schlundkopfes besitzen wir bis jetzt keine einzige Beobachtung.

Aehnlich wie die Muskulatur der Körperwand von den Epithelzellen der äusseren Enterocoelwand geliefert wird, so die Muskulatur der Darmwand von den Epithelzellen der inneren (dem Darm aufgelagerten) Enterocoelwand. Indessen ist dabei sofort die bemerkenswerthe Ausnahmestellung der Ringmuskelschicht des Vorderdarmes hervorzuheben, welche nach Selenka (231, 232) und Semon (237) nicht von Enterocoel-, sondern von Mesenchymzellen erzeugt wird; nach Semon treten bei der Auricularia von *Synapta digitata* nach innen von der Ringmuskellage des Vorderdarmes auch noch Längsmuskelfasern von gleichfalls mesenchymatöser Herkunft auf, verschwinden aber im weiteren Verlaufe der Larvenentwicklung. Selenka (231) war anfänglich überhaupt der Ansicht, dass die Muskulatur des ganzen Darmes vom Mesenchym herrühre, beschränkte diese Meinung aber später (232) auf die Ringmuskeln des Vorderdarmes. Die äussere, auch beim erwachsenen Thiere vorhandene Längsmuskelschicht des Vorderdarmes dagegen, sowie die ganze Muskulatur (Ring- und Längsmuskelfasern) des Mittel- und Enddarmes stammt nach Semon (237) bei *Synapta digitata* von den Zellen des Enterocoels; auch hier werden wie an der Körperwand die Ringfasern früher gebildet als die Längsfasern.*)

Die Muskelfasern, welche sich in der Wandung des Wassergefässsystems befinden, sind nach Semon's (237) Beobachtungen bei *Synapta digitata* sämmtlich Abkömmlinge der Epithelzellen des Hydrocoels, so die Längsfasern in der Wand der Radialkanäle und der Fühler, sowie die Ringfasern in der Wand der Poli'schen Blase. Zu dem gleichen

*) Eine für die ganze Klasse durchgreifende Gesetzmässigkeit in der zeitlichen Aufeinanderfolge der Darmmuskelschichten ist deshalb doch nicht gegeben; denn bei allen jenen Seewalzen — und das ist die Mehrzahl —, bei welchen die Längsmuskelschicht des Darmes nicht wie bei *Synapta digitata* nach aussen, sondern nach innen von der Ringmuskelschicht liegt (s. S. 153), wird man sich der Annahme nicht verschliessen können, dass die Längsfasern vor den Ringfasern entstanden sind.

Ergebnisse war schon vorher Selenka (232) in Betreff der Radialkanäle gekommen, indem er zugleich seine ältere Ansicht (231), dass die Muskulatur des Wassergefässsystemes vom Mesenchym abstamme, zurückzog. Nur für die Muskelfasern in der Wand der Poli'schen Blase nimmt Selenka (232) nicht die Hydrocoel-, sondern die Enterocoelzellen des peritonealen Ueberzuges in Anspruch. Indessen ist diese Annahme nur eine Consequenz seiner irrthümlichen Behauptung, dass überhaupt alle Längsmuskulatur des Holothurienkörpers vom Hydrocoel, dagegen jegliche Ringmuskulatur vom Enterocoel geliefert werde.

Endlich ist auch noch der Genese der Muskelfasern in den Genitalschläuchen zu gedenken. Ausreichende Beobachtungen liegen hier freilich nur in Betreff der Längsfasern vor, welche nach Hamann's (93) Untersuchungen in Zusammenhang mit den Enterocoelzellen des peritonealen Epithelüberzuges stehen. Ueber die weiter nach innen gelegenen Ringfasern bemerkt derselbe Forscher nur, dass sie „jedenfalls mesenchymatösen Ursprunges" seien, bringt aber dafür ebensowenig einen näheren Nachweis wie Selenka, der die gleiche Behauptung für sämmtliche Muskelfasern der Genitalschläuche ausgesprochen hatte (231).

Aus dem Vorstehenden erhellt, dass man bei dem jetzigen Stande der Kenntnisse berechtigt ist, in sämmtlichen Muskelfasern der Körperwand, des Darmes, des Wassergefässsystemes und der Genitalschläuche mit alleiniger Ausnahme der Ringmuskeln des Vorderdarmes, Produkte der Epithelzellen des Hydro- und Enterocoels, oder was dasselbe ist, des Entoderms zu erblicken. Die Epithelzellen scheinen sich dabei in Bezug auf die Zahl der von je einer Zelle gelieferten Muskelfasern verschieden zu verhalten, denn während Hamann (93) an den Geschlechtsschläuchen an jeder Zelle nur eine Faser fand, entsprechen nach Selenka's Abbildungen (232) jeder Zelle deren mehrere.*) Dass die Ringfasern des Vorderdarmes sich in ihrer Herkunft von allen anderen Muskelfasern unterscheiden, sucht Semon (237) dadurch zu erklären, dass sie schon zu einer Zeit auftreten, in welcher das Hydroenterocoel noch nicht functionirt. Auch an fertigen Thieren soll sich nach Hamann und Semon der Gegensatz der mesenchymatösen Ringfasern des Vorderdarmes zu den übrigen, epithelialen Muskelfasern noch im Baue derselben erkennen lassen, indem sie etwa nur halb so dick sind und ihren Kern nicht an der Peripherie, sondern in der Achse tragen. An dieser letzteren Angabe habe ich schon S. 64 Zweifel geäussert und werde darin bestärkt durch Selenka (232), welcher den Ringfasern des Vorderdarmes ausdrücklich einen peripherisch anliegenden Kern zuschreibt.

Schliesslich ist noch darauf hinzuweisen, dass nach Selenka's (231) Beobachtungen die einzelnen Arten sich in Bezug auf den Zeitpunkt, in

*) Dagegen liefern nach demselben Beobachter die Mesenchymzellen am Vorderdarm nur je eine Ringfaser, während Semon (237) diese Ringfasern und deren Bildungszellen in netzförmiger Verbindung sah, sodass jede (verästelte) Faser zwar das Produkt mehrerer Zellen ist, die einzelne Zelle aber sich ihrerseits an der Bildung mehrerer Fasern betheiligt.

welchem die Muskelfasern der Körper- und Darmwand zuerst auftreten, und die Schnelligkeit, mit welcher sie sich weiter entwickeln, sehr verschieden verhalten. Insbesondere zeichnet sich die *Cucumaria planci* von der *Holothuria tubulosa* durch eine viel frühere und raschere Muskelentwicklung aus, was wahrscheinlich mit der verschiedenen Art der Metamorphose zusammenhängt (das Auricularia-Stadium wird bei *Cucumaria planci* übersprungen).

5. Das Nervensystem.

Die weitere Entwicklung des bilateralsymmetrischen Nervensystems der Auricularia zu dem Nervensystem der jungen Holothurie ist eng verbunden mit dem Schicksale des bei dem Uebergange der Auricularia in die tonnenförmige Larve entstandenen sog. Mundschildes. Wir sahen weiter oben (S. 272), dass bei der Auricularia mit Rädchen die mit *4*, *4'*, *8* und *9* bezeichneten vier Stücke der Wimperschnur eine rechteckige Figur bilden, welche in das Innere des Mundvorhofes zu liegen kommt. Die anfänglich getrennten Stücke dieser Figur biegen sich zusammen und verbinden sich vollständig mit einander zu einem vor dem eigentlichen Munde gelagerten Ringwulste. Dieser Ringwulst (s. Fig. 23) wird nunmehr als „Mundschild" bezeichnet. Schon Baur (10) hatte den Wulst gesehen, aber als Umwandlungsprodukt der Schlundröhre gedeutet. Erst Metschnikoff (169) zeigte, dass er aus den genannten vier Abschnitten der Wimperschnur entsteht*) und in den Mundvorhof hineinrückt. Die vier Stücke, aus welchen das Mundschild entsteht, sind dieselben, an welche die beiden nervösen Seitenleisten der Auricularia ihre peripherischen Nerven (s. S. 276) entsenden. Die Verschiebung des Mundschildes in den Vorhof erstreckt sich nach Metschnikoff (170) und Semon (237) auch auf die beiden Seitenleisten, welche, entsprechend ihrer früheren Lage, noch tiefer in den Vorhof, also dem Munde näher, zu liegen kommen als der Ringwulst des Mundschildes. Hier angelangt verbinden sich die beiden Seitenleisten mit ihren Enden zu einem die Mundöffnung umkreisenden Ringe, welcher die Anlage des Nervenringes der ausgebildeten *Synapta* darstellt. Metschnikoff (170) behauptete, dass während dieses Vorganges die Nervenfasern der Seitenleisten verschwinden, um später im Nervenringe neu aufzutreten, dagegen konnte Semon (237) sich überzeugen, dass die Fasern ungestört fortbestehen und zugleich eine Vermehrung der Zellen in den Seitenleisten stattfindet, diese Zellen aber ihre frühere Bewimperung vollständig verlieren. Demnach entsteht bei der *Synapta digitata* der Nervenring ausschliesslich aus den symmetrischen Seitenleisten, d. h. den

*) Selenka (232) dagegen lässt das Mundschild aus der wulstförmigen Verdickung des Mundrandes entstehen, welche mir (s. S. 266) mit Semon's „adoraler Wimperschnur" identisch zu sein scheint.

Nervencentren der Larve. Die peripherischen Nerven der Larve sollen nach Metschnikoff (170) ganz verschwinden, während Semon (237) Beziehungen derselben zu den späteren Fühlernerven für möglich hält, indessen diese Beziehungen doch nicht näher bezeichnet. Die Weiterentwicklung des Nervenringes besteht nun nach Semon (237) darin, dass derselbe von vorne her von einer ektodermalen, dem Mundschilde entstammenden Zellenschicht überwachsen wird, welche bis zur Mundöffnung fortwächst und dadurch den ursprünglich oberflächlichen Nervenring in die Tiefe drängt. Später schieben sich dann auch noch Mesenchymzellen zwischen die vom Mundschilde hergekommene Deckschicht und den Nervenring ein. Der junge, jetzt von Mesenchym und Ektoderm überlagerte Nervenring besitzt nach demselben Forscher anfänglich nur auf seiner Peripherie Zellen und besteht im Innern ausschliesslich aus Fasern (Längsfasern)*), welche von jenen Zellen ausgeschieden und mit ihnen in Zusammenhang sind. Alsdann sprossen aus dem Nervenringe der jungen *Synapta* zunächst fünf Fühlernerven hervor, welche sich der (der Achse des Mundvorhofes zugekehrten) Innenseite der unterdessen entstandenen Fühlerwassergefässe anlagern. Anfänglich bestehen die knospenden Fühlernerven nur aus Zellen, welche später an ihrer dem Fühlerwassergefäss zugekehrten Seite Fasern bilden und an der anderen Seite ebenso wie der Nervenring von dem wuchernden Ektoderm des Mundschildes und dem sich einschiebenden Mesenchym aus ihrer ursprünglich oberflächlichen Lage in die Tiefe gedrängt werden. Später als die Fühlernerven knospen nach Semon (237) die radialen Nervenstämme aus dem Nervenringe hervor und auch sie bestehen zuerst nur aus Zellen, welche später an ihrer dem radialen Wassergefäss zugekehrten Seite Fasern ausscheiden.**) Wie sich später die epineuralen und pseudohämalen Räume, welche dem Nervensystem der ausgebildeten Thiere (s. S. 232) anliegen, entwickeln, ist noch unbekannt; bei den Jungen der *Chiridota rotifera* (Pourt.) fand ich (153) über dem Nervenringe einen Raum, der vielleicht den eben entstandenen Epineuralring (s. S. 248) darstellt.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass Semon auch die Fühler- und Radialnerven der jungen *Synapta* ausschliesslich aus der in den nervösen Seitenleisten der Auricularia gegebenen Anlage ableitet ohne dabei dem Mundschild eine Betheiligung an dem Aufbaue der Nerven zuzuschreiben. Dadurch entfernt er sich und wie ich nicht zweifle mit Recht von der Ansicht seiner Vorgänger; denn Baur (10), Metschnikoff (169) und Selenka (232) liessen die Radialnerven entweder zusammen mit den Längsmuskeln (S. 283) oder für sich allein (Selenka, 232) aus Wucherungen des Mundschildes entstehen. Metschnikoff (170) war

*) Damit steht auch das Wenige in Uebereinstimmung, was ich über den Bau des Nervensystemes an den noch in der Leibeshöhle befindlichen Jungen der *Chiridota rotifera* (Pourt.) beobachtet habe (153).

**) Hierdurch erfährt die Ansicht, dass die Randzellen der fertigen Radialnerven (s. S. 68) nervöser Natur seien, eine Stütze.

auch nach Entdeckung der Entstehung des Ringnerven aus den Seitenstreifen bei der Meinung geblieben, dass das Mundschild bei der Bildung der Radialnerven wenigstens mitbetheiligt sei, indem dasselbe sich mit dem aus den Seitenleisten entstandenen Ringe vereinige und dieses vereinigte Gebilde alsdann zweischichtige radiale Fortsätze entsende; aus der Aussenschicht dieser Fortsätze entstünden die Radialnerven.

Vorhin habe ich mich der Ansicht Semon's angeschlossen, dass Nervenring, Fühlernerven und Radialnerven der *Synapta* nicht vom Mundschilde, sondern von dem bilateralen Nervensystem der Auricularia abstammen. Wie aber entsteht das Nervensystem derjenigen Holothurien, welche, wie z. B. *Cucumaria planci*, überhaupt kein Auricularia-Stadium durchmachen? Tritt auch bei ihnen zunächst, etwa in der tonnenförmigen Larve, ein bilaterales larvales Nervensystem auf, welches die Grundlage für das radiäre Nervensystem des fertigen Thieres ist, oder entwickelt sich bei ihnen sofort das radiäre Nervensystem? Gibt es bei ihnen ein dem Mundschilde entsprechendes Gebilde und ist dasselbe vielleicht der Mutterboden des direkt entstehenden radiären Nervensystemes? — Auf alle diese Fragen lässt sich bei dem augenblicklichen Stande unserer Kenntnisse keine Antwort geben und ebendeshalb muss auch die weitere Frage unbeantwortet bleiben, ob man in der Entstehung des *Synapta*-Nervensystemes den ursprünglichen oder einen abgeänderten Bildungsvorgang des Holothurien-Nervensystemes zu erblicken hat.

Im Anschlusse an das Nervensystem empfiehlt es sich, auf das mehrfach berührte Mundschild der Auricularia nochmals zurückzukommen, um die Frage zu beantworten, was denn aus demselben wird, wenn es an der Bildung von Nervenring, Fühler- und Radialnerven keine unmittelbare Betheiligung hat? Dass dasselbe eine ektodermale Ueberwachsung des Ringnerven und der Fühlernerven liefert, haben wir schon erfahren. Baur (10), Metschnikoff (169), Selenka (232) und Semon (237) sind ferner darin einverstanden, dass das Mundschild sich über die jungen Fühler ausbreitet (als sog. Fühlerkappe, Selenka), so zur Epidermis der Fühler wird und auch (Semon) die im Sinnesepithel der Fühler (S. 73) befindlichen Sinneszellen aus sich hervorgehen lässt. Die an den Fühlern der *Synapta digitata* vorhandenen knospenförmigen Sinnesorgane (s. S. 73, 74) treten nach Baur (10) an den jungen Thieren bald nach beendigter Metamorphose an der Fühlerwurzel auf und zwar anfänglich sehr vereinzelt.

Semon (237) lässt auch die Hörbläschen der *Synapta* aus dem Mundschilde entstehen. Nach der von Joh. Müller (180) herrührenden und von Baur (10) und Metschnikoff (169) getheilten älteren Ansicht hatte es den Anschein, als entstünden die Hörbläschen als Ausstülpungen des Ringkanales des Wassergefässsystemes. Dem widerspricht aber schon der Umstand, dass sie im ausgeblildeten Thiere (s. S. 76—79) nicht mit dem Ringkanal, sondern mit den Radialnerven in Zusammenhang stehen. Semon glaubt sich nun überzeugt zu haben — weist aber gleichzeitig

auf die Lückenhaftigkeit seiner Beobachtungen hin —, dass die Unterfläche des Mundschildes beiderseits von den Wurzeln der fünf ersten Fühler je eine kleine Vorstülpung treibt, welche sich bald abtrennt, in der Nähe des Nervenringes liegen bleibt und zur Otocyste wird. Ob diese Auffassung in ihrem positiven Theile das Richtige getroffen hat, kann meines Erachtens erst durch neue Untersuchungen festgestellt werden. Dass aber von einer Entstehung der Hörbläschen aus dem Wassergefässringe nicht länger die Rede sein kann, scheint mir schon jetzt durch Semon's Beobachtungen gesichert zu sein. An der fertig ausgebildeten tonnenförmigen *Synapta*-Larve liegen die jungen Hörbläschen dicht vor dem Nervenringe und Kalkringe; Semon (237) lässt sie durch einen feinen Nerven mit dem Nervenringe in Verbindung stehen, klärt aber den Widerspruch dieser Angabe mit seinem früheren Befunde nicht auf, nach welchem die Hörbläschen der erwachsenen *Synapta* (s. S. 79) ihre Hörnerven von den Radialnerven erhalten. Die Wand der jungen Hörbläschen wird nach Semon von anscheinend bewimperten Zellen, die er auf die ursprünglich bewimperten Zellen des Mundschildes zurückführt, gebildet und umschliesst in der inneren Flüssigkeit die schon früher (s. S. 76—79) erwähnten Zellen mit „Doppelkörnern“; nach Joh. Müller (179) schwankt die Zahl dieser Inhaltszellen zwischen vier und acht.

In Betreff der Hörbläschen ist schliesslich noch darauf aufmerksam zu machen, dass sie auch in den Larven solcher Holothurien (wenigstens in einzelnen Fällen) vorzukommen scheinen, an denen sie bei den erwachsenen Thieren bis jetzt nicht konnten nachgewiesen werden. Joh. Müller (179, 180) gibt nämlich an, dass bei der aus der „Auricularia mit Kugeln“ entstandenen tonnenförmigen Larve die Hörbläschen sich ganz ebenso verhalten wie bei der Tonnenlarve der *Synapta*; wobei wir allerdings die noch unbewiesene Annahme (S. 268) machen, dass die Auricularia mit Kugeln die Larve einer dendro- oder aspidochiroten Holothurie ist.

6. Das Wassergefässsystem.

Wir haben das Hydrocoel, d. h. die Anlage des Wassergefässsystemes, in einem Stadium verlassen (S. 262), in welchem dasselbe noch an der linken Seite des Vorderdarmes der Auricularia liegt, aber bereits begonnen hat, den Darm spangen- oder hufeisenförmig zu umgreifen. Die fünf Ausbuchtungen, welche an seiner convexen Seite aufgetreten sind, vermehren sich schon vor dem Uebergange in die tonnenförmige Larve auf zehn, indem zwischen ihnen fünf neue kleinere Ausbuchtungen entstehen. Bereits Joh. Müller (178, 179, 180) hatte sowohl bei der Auricularia mit Rädchen als der mit Kugeln die zehn „Blinddärmchen“ an der Wassergefässanlage bemerkt und war über deren späteres Schicksal zu der ganz zutreffenden Ansicht gelangt, dass fünf davon zu Fühlerwassergefässen,

die fünf anderen, damit abwechselnden aber zu den fünf Radialkanälen werden. Baur (10) hob den Grössenunterschied der fünf ersten Ausbuchtungen zu den fünf später auftretenden kleineren hervor und erklärte die grösseren Ausstülpungen für Fühleranlagen, die kleineren aber im Gegensatze zu Joh. Müller für die Anlagen der Hörbläschen. Metschnikoff (169) jedoch kehrte mit Recht zu der Joh. Müller'schen Ansicht zurück, indem er bei *Synapta digitata* zeigte, dass die grösseren Ausbuchtungen zu Fühlerwassergefässen, die kleineren aber zu den Radialkanälen werden; zu dem gleichen Ergebnisse haben auch die neueren Untersuchungen von Selenka (232) und Semon (237) geführt, wenigstens soweit die *Synapta digitata* in Betracht kommt. Bei anderen Seewalzen macht es nach den vorliegenden Untersuchungen den Eindruck, als wenn auch bei ihnen die fünf zuerst auftretenden Ausbuchtungen des Hydrocoels zu den Fühlerwassergefässen würden; so gibt Kowalevsky (121) an, dass das Hydrocoel bei *Cucumaria kirchsbergii* und *C. planci* zuerst drei und dann noch zwei Ausbuchtungen treibe, von welchen jene zu den drei oberen (= dorsalen), diese zu den zwei unteren (= ventralen) Fühlerkanälen sich ausbilden; ähnliche Angaben macht Selenka (231) bezüglich der *Cucumaria planci* und der *Holothuria tubulosa*. Nach beiden eben genannten Forschern sollen die Anlagen der Radialkanäle (bei *Cucumaria planci* und *kirchsbergii*) erst später zwischen jenen primären für die Fühler bestimmten Ausbuchtungen auftreten und zwar zuerst die Anlage des ventralen medianen Radialkanals, dann die Anlagen der vier übrigen Radialkanäle. Wie mich aber eigne Untersuchungen*) an *Cucumaria planci* belehrt haben, liegt die Sache, wenigstens bei dieser Art, insofern wesentlich anders, als die ersten Ausbuchtungen des Hydrocoels nicht nur zu Fühlerkanälen, sondern zugleich auch zu den Radialkanälen werden; letztere entstehen nicht durch besondere, zwischen den fünf ersten Ausbuchtungen neu auftretende Aussackungen, sondern sie sind unmittelbare Verlängerungen der ersten Ausbuchtungen und geben erst ihrerseits die eigentlichen Fühlerkanäle ab. Es ist daher nicht länger möglich, die bei *Synapta* anscheinend feststehende Thatsache, dass die fünf primären Hydrocoelausbuchtungen sich nur zu Fühlerkanälen weiterentwickeln, auf die übrigen Seewalzen, wie es bisher üblich war, einfach zu übertragen. Vielmehr erhebt sich die Frage, ob nicht das vorhin für *Cucumaria planci* angegebene Verhalten das eigentlich typische, dagegen das Verhalten der *Synapta digitata* das abgeänderte sei?

Indem wir zu dieser, bis jetzt am genauesten in ihrer Entwicklung studirten Art zurückkehren, ist weiter zu bemerken, dass noch eine elfte Ausbuchtung an der Hydrocoelanlage auftritt, welche sich anfangs in ihrer Form und Grösse ähnlich verhält, wie die Anlagen der Radialkanäle. Diese elfte Ausbuchtung liegt an dem ursprünglich hinteren, später ventralen Ende der hufeisenförmig gekrümmten Hydrocoelanlage (XIV, 6)

*) Ueber welche ich an einem andern Orte ausführlich berichten werde.

und stellt nach Joh. Müller's (180) und Metschnikoff's (169) Vermuthung die Anlage der Poli'schen Blase dar. Semon (237) schloss sich dieser Ansicht an, bleibt aber in einem nicht unwichtigen Punkte ebenso unsicher, wie vor ihm Metschnikoff. Da nämlich die elfte Ausbuchtung gleichzeitig mit der sechsten bis zehnten auftritt und ganz ähnlich wie diese aussieht, so kann sie nur nach ihrer Lage von jenen unterschieden werden. Bezeichnet man die primären und secundären Ausbuchtungen (XIV, 6) in der Reihenfolge, dass man am dorsalen (früher vorderen) Ende der Hydrocoelanlage beginnt und mit I—V die primären, mit 1—6 die secundären bezeichnet, so fragt sich, welche von den sechs secundären Ausstülpungen diejenige ist, die zur Poli'schen Blase wird. Metschnikoff und Semon halten, wie gesagt, die am meisten ventral gelegene, also Nr. 6, dafür; indessen sind beide Forscher nicht frei von Zweifeln. Metschnikoff (169) meint, es sei nicht ausgeschlossen, dass die Ausstülpung Nr. 6 nicht die Poli'sche Blase, sondern nur das Verschlussstück der später ringförmig werdenden Hydrocoelanlage liefere. Semon (237) dagegen lässt es unentschieden, ob nicht vielleicht statt der Ausbuchtung Nr. 6 die Nr. 1 zur Poli'schen Blase werde. Daraus ergibt sich, dass wir bis jetzt keineswegs sicher wissen, ob eine und welche von den sechs secundären Hydrocoel-Ausbuchtungen der *Synapta*-Larve die Anlage der Poli'schen Blase darstellt. Doch scheinen alle Forscher, von Joh. Müller (180) und Baur (10) an, wenigstens darin übereinzustimmen, dass die junge Poli'sche Blase in der Gegend dem Wassergefässringe anhängt, an welcher dieser zum Verschlusse gekommen ist.

Dieser Schluss des Wassergefässringes geschieht dadurch, dass die beiden Enden der hufeisenförmig gebogenen Hydrocoelanlage weiter wachsen, dabei den Vorderdarm immer vollständiger umgreifen, schliesslich aufeinander treffen und dann in einander durchbrechen. Diesen Vorgang hat Baur (10) zuerst beobachtet; seitdem ist er mehrfach von anderen bestätigt worden, so von Kowalevsky (121), Metschnikoff (169), Selenka (231 u. 232) und Semon (237). Die Stelle des Schlusses liegt angeblich an der ventralen Seite der Larve; ihre genaue Beziehung zu den Radien und Interradien des fertigen Thieres bedarf zwar noch der näheren Untersuchung und Feststellung, doch scheint aus Semon's Darstellung hervorzugehen, dass sie bei *Synapta digitata* dem linken ventralen Interradius entspricht.*) Damit würde übereinstimmen, dass Thomson (270) bei der jungen *Synapta inhaerens* die Poli'sche Blase in den linken ventralen Interradialbezirk einzeichnet. Dem widerspricht aber wieder der Umstand, dass Joh. Müller (180) sie bei der zur Auricularia mit Kugeln gehörigen Tonnenlarve in den linken dorsalen Interradius ein-

*) Ich nehme dabei an, dass die Vermuthung Semon's, die Secundär-Ausstülpung Nr. 6 sei die Poli'sche Blase, richtig ist und dass Semon's (237) schematische Fig. 1 auf seiner Taf. II so zu verstehen ist, als blicke man von vornher auf die Seewalze.

zeichnet, wo ich sie auch bei Jungen der *Cucumaria planci* antreffe. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob überhaupt die Schlussstelle des Wassergefässringes bei allen Holothurien in denselben Interradius fällt oder nicht.

Während die Hydrocoelanlage den Schlund umwächst und sich zu einem Ringe schliesst, behalten ihre primären Ausstülpungen (bei *Synapta*) die Richtung nach vorn bei; die fünf secundären Ausbuchtungen aber, welche zu den Radialkanälen werden, biegen über den Vorderrand der Kalkringanlage nach hinten um und wachsen dann später allmählich in der Richtung von vorn nach hinten weiter (XIII, 9). Bei den mit Füsschen ausgestatteten Seewalzen entstehen die in die Füsschen eintretenden Wassergefässäste durch seitliche Ausbuchtungen der Radialkanäle, welche die Schichten der Haut (Lederhaut und Epidermis) vor sich her treiben und von ihnen überzogen an der Oberfläche des Körpers zu Tage treten. Es lässt sich auch mit Sicherheit vermuthen, dass die Füsschenampullen einer secundären Ausbuchtung der Füsschenwassergefässe ihre Entstehung verdanken, obschon wir bestimmte Beobachtungen darüber nicht besitzen.

Was aber das erste Auftreten und die weitere Vermehrung der Füsschen selbst anbetrifft, so beziehen sich die vorliegenden kargen Beobachtungen vorzugsweise auf die Familie der Dendrochiroten; doch ist auch über das Verhalten der Aspidochiroten Einiges bekannt geworden. So viel scheint festzustehen, dass bei diesen beiden Familien in der Regel der mediane ventrale Radialkanal mit der Füsschenbildung beginnt und auch weiterhin längere Zeit damit im Vorsprunge bleibt. Auch hier wieder rühren die ersten Beobachtungen von Krohn (124) und Joh. Müller (181) her. Letzterer sah, dass bei den jungen Holothurien, welche sich aus der „Auricularia mit Kugeln" entwickeln, zunächst nur der mediane ventrale Radialkanal zu guter Ausbildung gelangt und rechts an seinem Hinterende den ersten Füsschenkanal entsendet (XIV, 7). Bei *Cucumaria planci* kommen schon während des tonnenförmigen Stadiums am hinteren Ende des medianen ventralen Radialkanales die zwei ersten Füsschen zur Entwicklung (XIV, 9) und bleiben längere Zeit die einzigen, wie Kowalevsky (121) und Selenka (231) beobachteten und ich bestätigen kann. Das Gleiche bemerkten Agassiz (1) bei *Psolus fabricii*, Kowalevsky bei *Cucumaria kirchsbergii* und *Phyllophorus urna* und Danielssen und Koren bei den angeblichen*) Jungen der *Holothuria tremula* (XIV, 11). Nach Danielssen und Koren treten auch die nächsten Füsschenpaare bei der von ihnen beobachteten Form in demselben Radius auf und zwar das zweite Paar weiter mundwärts als das erste und das dritte wieder weiter mundwärts als das zweite (XIV, 12). Bei *Mülleria agassizii* Sel. sah Edwards**), dass am sechsten Tage der Entwicklung am hinteren Ende des medianen ventralen Radius das erste Füsschen und davor am elften Tage ein

*) S. Anmerkung S. 251.
**) S. das Citat auf S. 251.

zweites und am vierzehnten Tage noch weiter nach vorn ein drittes Füsschen auftrat, dass dann weiter am dreissigsten Tage ein viertes sich hinzugesellte und dann erst zugleich mit der Bildung eines fünften ventralen Füsschens auch die übrigen Radien mit der Füsschenbildung begannen. — Ueber die späteren Fortschritte in der Vermehrung und Anordnungsweise der Füsschen liegen aus der Familie der Dendrochiroten einige gelegentliche Notizen über Arten aus den Gattungen *Cucumaria*, *Colochirus*, *Phyllophorus* und *Psolus* vor, desgleichen aus der Familie der Aspidochiroten über *Mülleria-* und *Stichopus*-Arten. Bei *Cucumaria frondosa* (Gunn.) erreichen die ventralen Füsschen schneller eine erhebliche Zahl als die dorsalen. Die Stellung der Füsschen in den einzelnen Radien ist bei derselben Art in der Jugend eine zickzackförmige, dann eine zweizeilige und schliesslich (wenigstens in der Körpermitte) eine vierzeilige. Aehnliches wird von *Cucumaria pusilla* Ludw., *kirchsbergii* Heller und *dubiosa* Semp. angegeben, deren Füsschen in der Jugend in jedem Radius zickzackförmig bis einzeilig, im Alter aber zweizeilig angeordnet sind. Bei *Colochirus cucumis* und *quadrangularis* konnte Sluiter (242) eine beträchtliche Vermehrung der Füsschenzeilen im mittleren und in den seitlichen ventralen Radien, sowie bei letztgenannter Art auch eine Vermehrung der Rückenhöcker mit fortschreitendem Alter feststellen und ganz entsprechende Beobachtungen hatte Lampert (134) bei *Stichopus variegatus var. herrmanni* Semp. zu machen Gelegenheit. Bei *Mülleria lecanora* Jäg. zeigen junge Thiere die Reihenstellung der Bauchfüsschen deutlicher als alte. Auch von *Psolus fabricii* (Düb. u. Kor.) ist bekannt, dass die Zahl der Füsschen in den seitlichen Radien des Triviums sich mit dem Alter bedeutend vermehrt und aus der anfänglich zweizeiligen Anordnung derselben eine vier- bis fünfzeilige wird. Da wo Füsschen beim erwachsenen Thiere auf den Interradien stehen, scheint es dazu immer erst während des späteren Heranwachsens der jungen Thiere zu kommen. So z. B. treten bei *Cucumaria dubiosa* erst bei älteren Thieren einzelne Füsschen auf die dorsalen Interradien über und bei *Phyllophorus parvus* (Ludw.) sind die beim alten Thiere über den ganzen Körper zerstreuten Füsschen in der Jugend in den Radien gereiht und in den Interradien nur gering an Zahl.

Abweichend von der Regel, dass der mediane ventrale Radialkanal nicht nur mit der Füsschenbildung beginnt, sondern auch späterhin den übrigen Radien darin voraus ist, scheint sich die Gattung *Psolus* zu verhalten. Denn bei *Psolus antarcticus* (Phil.) und *Psolus fabricii* (Düb. u. Kor.)*) tritt erst bei älteren Thieren im vorderen und hinteren Bereiche der Kriechsohle eine Andeutung einer medianen ventralen Füsschenreihe auf.

*) Es fällt mir aber auf, dass Lampert gerade bei dieser Art die dem oben Gesagten widersprechende Angabe macht, dass in der Jugend eine dem alten Thiere fehlende Füsschenreihe in dem medianen ventralen Radius vorhanden sei.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen kann man die ferneren, allgemeinen Sätze ableiten, dass **auf die Interradien übergreifende, zerstreute Füsschen-Stellung entwicklungsgeschichtlich später auftritt als auf die Radien beschränkte und in regelmässige Reihen geordnete, sowie dass vielzeilige Füsschenreihen in ihrem ersten Anfange zweizeilig oder zickzackförmig sind.**

Aus den primären Ausbuchtungen der Hydrocoelanlage (S. 288) oder aus secundären Ausstülpungen der jungen Radialkanäle (S. 289) sahen wir die Fühlerkanäle hervorgehen. Dieselben wachsen nach vorn gegen die Wand des Mundvorhofes, drängen dieselbe vor sich her, stülpen sie je einem Fühlerkanal entsprechend in den Vorhof ein und bilden so die anfänglich im Vorhofe versteckten **Fühler**, deren Epithelüberzug, wie wir weiter oben (S. 287) gesehen haben, von den Zellen des Mundschildes herrührt. Nach **Kowalevsky** (121) und **Selenka** (231) werden bei *Cucumaria kirchsbergii* und *planci* zuerst nur drei Fühler gebildet, welche dorsal liegen, und dann erst zwei andere ventral gelegene. Es wäre nicht ohne Interesse, durch erneuerte Untersuchungen diese Ungleichzeitigkeit in der Bildung der ersten Fühler, sowie ihre genaueren Beziehungen zu den Fühlern der ausgebildeten Thiere näher zu erforschen. Soweit bis jetzt überhaupt Beobachtungen über die Entwicklung der Fühler vorliegen, scheint es, dass bei allen übrigen Holothurien *(Synapta digitata, Synapta inhaerens, Holothuria tubulosa, Holothuria tremula* [sp.?], *Phyllophorus urna, Mülleria agassizii)* die primären Fühler sofort und gleichzeitig in der Zahl fünf auftreten (XIV, 10). In der Fünfzahl der Fühler, mag dieselbe nun durch gleichzeitige oder ungleichzeitige Entwicklung erreicht werden, stimmen die Jungen aller Seewalzen überein.*) Da wir aber keine einzige Art kennen, bei welcher die Fühlerzahl der Erwachsenen geringer als zehn ist, so muss bei allen eine spätere Vermehrung der Fühler eintreten. Ueber den Vorgang dieser Vermehrung besitzen wir nur geringe Kenntnisse, welche wir den Beobachtungen von **Thomson** (270), **Baur** (10), **Edwards****) und mir (153) verdanken. Nach **Thomson** entstehen der sechste und siebente Fühler der *Synapta inhaerens* an gegenüberliegenden (aber nicht näher bezeichneten) Seiten der Mundumgebung. Damit stimmt das Verhalten der von mir beobachteten Jungen der *Chiridota rotifera* überein, welche ausser den auf die fünf Interradien vertheilten primären Fühlern noch zwei secundäre besassen, von denen der eine dorsalwärts vom rechten ventralen Radius, der eine dorsalwärts vom linken ventralen Radius liegt. Die beiden Interradien, in welchen sonach zuerst eine Vermehrung der Fühler auftritt, sind also der linke und der rechte dorsale. Aus dem Vergleiche mit der Fühleranordnung der erwachsenen *Chiridota rotifera* (s. S. 95) geht hervor, dass das dieselben Interradien sind, welche sich am Erwachsenen durch eine grössere Fühlerzahl (3)

*) Was **Joh. Müller** (181) zuerst hervorgehoben hat.

**) In der S. 251 angeführten Mittheilung.

von den drei übrigen Interradien (mit nur je zwei Fühlern) auszeichnen. Man darf also wohl vermuthen, dass die Sache sich bei *Synapta inhaerens* ähnlich verhält. Nach Baur, der mit Thomson's Angaben unbekannt war, folgt bei *Synapta digitata* auf das fünffühlerige Stadium zunächst ein Stadium mit acht Fühlern und sofort ein solches mit der endgültigen Zahl von zwölf Fühlern. Bei der im erwachsenen Zustande 25- bis 27fühlerigen *Mülleria agassizii* Sel. sah Edwards erst am 42. Tage der Entwicklung den sechsten Fühler auftreten, nachdem die fünf primären Fühler schon am 5. Entwicklungstage sich ausgebildet hatten; der siebente, achte und neunte Fühler stellten sich dann weiterhin in der Zeit bis zum 88. Entwicklungstage ein, mit welchem Tage die Beobachtungsreihe abbrach. Leider erhalten wir weder von Baur noch von Edwards eine genaue Auskunft über die Lagebeziehung der secundären zu den primären Fühlern.

Die Form der jungen Fühler scheint bei allen Arten übereinstimmend eine anfänglich kegel-, dann fingerförmige zu sein. Bei den Synapten sah Baur (10), bei *S. digitata* und *inhaerens*, die Nebenästchen der fertigen Fühler erst dann sich ausbilden, als die bleibende Gesammtzahl (12) der Fühler schon erreicht war; es traten gleichzeitig an allen zwölf Fühlern kleine symmetrische Auswüchse auf, deren Innenhöhle mit der Innenhöhle des Fühlerstammes in Zusammenhang steht. Bei den Dendrochiroten dagegen beginnen die fünf primären Fühler mit der Bildung von Verästelungen schon zu einer Zeit, in welcher von den secundären Fühlern noch nichts vorhanden ist, wie das Agassiz (1) an *Psolus fabricii*, Danielssen und Koren (220) an *Holothuria (?) tremula*, Kowalevsky (121) an *Cucumaria kirchsbergii*, Selenka (231) an *Cucumaria planci* beobachteten (XIV, 9, 11). Dass aber auch bei Synaptiden die Fühler schon zu einer früheren Zeit als bei *Synapta digitata* und *inhaerens* ihrer definitiven Form zustreben können, zeigen meine Beobachtungen (153) an den in der Leibeshöhle schwimmenden Jungen der *Chiridota rotifera*, welche sieben Fühler besassen, aber an der Spitze der fünf primären Fühler schon je ein Paar Nebenläppchen (Fiederästchen) erkennen liessen. — An den Enden der jungen Fühler der *Holothuria tremula* (sp.?) geben Danielssen und Koren (220) kleine, glashelle, wärzchenförmige Erhebungen des Epithels (XIV, 9, 10) an, welche mir mit dem übereinzustimmen scheinen, was Krohn (124) und Selenka (231) von den Fühlern der jungen *Cucumaria planci* abbilden; auch in den Figuren von Agassiz (1) und Kowalevsky (121) sind diese Wärzchen der Fühlerspitze bei *Psolus fabricii* und *Cucumaria kirchsbergii* angedeutet.

Ueber die Entstehung der Fühlerampullen sind bis jetzt keine Beobachtungen angestellt worden. Dagegen sind Semilunarklappen, durch welche sich die Fühlerwassergefässe mit dem Ringkanal verbinden, bei ganz jungen, erst fünffühlerigen Exemplaren der *Synapta inhaerens* schon deutlich vorhanden und waren hier schon durch Thomson (270) längst bekannt, bevor sie Hamann (93) an erwachsenen Synapten nach-

wies*); auffallenderweise stellt neuerdings Semon (237) bei der entsprechenden Jugendform der *Synapta digitata* das Vorkommen der Semilunarklappen ausdrücklich in Abrede.**)

Der primäre Steinkanal (s. S. 259) hat während der beschriebenen Umbildungen des Hydrocoels seine Verbindung mit dem Rückenporus bewahrt. Sein inneres, in das Hydrocoel mündende Ende liegt aber jetzt, nachdem das Hydrocoel den Vorderdarm umwachsen und die besprochenen Ausbuchtungen getrieben hat, weniger weit nach links als früher und hat sich dafür der Medianebene der Larve dorsalwärts so sehr genähert, dass es fast in diese fällt. Zugleich ist seine Lage insofern verändert worden, dass sich die Mündungsstelle nicht mehr an der dorsalen, sondern an der hinteren Wand des Hydrocoelschlauches befindet. Nach Semon (237) besteht bei *Synapta digitata* eine constante Lagebeziehung der inneren Mündung des Steinkanales zu den primären und secundären Ausbuchtungen des Hydrocoels; dieselbe liegt nämlich immer genau gegenüber dem Zwischenraum zwischen der dritten und vierten primären Ausbuchtung und zugleich genau gegenüber der vierten secundären Ausbuchtung (XIV, 6). Nimmt man wie oben (S. 290) an, dass die sechste secundäre Ausbuchtung zur Poli'schen Blase wird und nimmt man ferner an, dass die Lagebeziehung des Steinkanales zu den Hydrocoel-Ausbuchtungen später keinerlei Verschiebung erfährt, so lässt sich in Verbindung mit der Thatsache, dass bei dem erwachsenen Thiere der Steinkanal im mittleren dorsalen Interradius liegt, der Schluss ziehen, dass die vierte secundäre Ausstülpung eine interradiäre, folglich auch die übrigen secundären Ausstülpungen eine interradiäre Stellung haben. Da die erste bis fünfte secundäre Ausstülpung zu den Radialkanälen werden, so ergiebt sich dann weiterhin, dass die Radialkanäle anfänglich eine interradiäre Lage haben, während die primären Ausbuchtungen in den Radien liegen. Semon (237) hat diese Schlüsse denn auch gezogen und daraus weitere, hier noch nicht zu erörternde Ansichten über die phylogenetischen Beziehungen der Echinodermen entwickelt. Dass später am erwachsenen Thiere die Radialkanäle nicht mehr interradiär, sondern radiär liegen, sucht Semon durch die Annahme einer im Laufe der weiteren Entwicklung erfolgende adradiale Verschiebung derselben zu erklären. Ohne mich hier auf eine eingehende Kritik dieser Ansichten einzulassen, die auch nur an der Hand neuer Beobachtungen vorzunehmen wäre, möchte ich doch wenigstens auf das Eine hinweisen, dass die Basis, von welcher Semon ausgeht, mir nicht hinreichend sicher gestellt zu sein scheint; denn es bedarf noch des Beweises, ob thatsächlich die oben angegebene Lagebeziehung des

*) Die Lage der Semilunarklappen scheint während der späteren Entwicklung eine Verschiebung zu erfahren; denn bei den Jungen sah sie Thomson an der Mündung der Fühlerwassergefässe in den Ringkanal, bei den Erwachsenen aber befinden sie sich in einem beträchtlichen Abstande von dieser Mündung im Verlaufe der Fühlerwassergefässe (s. S. 123).

**) Die Mittheilungen Thomson's sind allerdings sowohl von Semon wie von Hamann übersehen worden.

Steinkanales zu den Hydrocoel-Ausbuchtungen erstens bei *Synapta digitata* eine constante*) ist, ob zweitens dieselbe Lagebeziehung auch bei anderen Holothurien als eine regelmässige Erscheinung auftritt und ob drittens während der Bildung des Wassergefässringes keinerlei Verschiebung jener Lagebeziehung eintritt? Die ganze Angelegenheit steht in engster Verbindung mit der oben (S. 289) schon berührten Frage nach der Beziehung, in welcher die primären Hydrocoel-Ausbuchtungen zu den Fühlern der erwachsenen Holothurien überhaupt, nicht nur der *Synapta digitata*, stehen.

Die Veränderungen, welche man im übrigen an dem primären Steinkanal während der Larvenentwicklung bemerkt, bestehen hauptsächlich darin, dass sich ein Madreporenköpfchen (XIV, 7) an ihm zu entwickeln beginnt (s. S. 281). Das nach aussen von dem jungen Madreporenköpfchen gelegene, zum Rückenporus führende Stück des Steinkanales geht ebenso wie der Rückenporus einem allmählichen Schwunde entgegen, während an dem Madreporenköpfchen eine offene Verbindung des Steinkanales mit der Leibeshöhle hergestellt wird. Bei *Synapta digitata* tritt jener Schwund nach Baur (10) und Semon (237) beim Uebergange der tonnenförmigen Larve in die junge *Synapta* ein. Bei *Chiridota rotifera* dagegen konnte ich (153) auf einem etwas späteren Stadium noch einen Rest des äusseren Abschnittes des primären Steinkanales in der Körperwand nachweisen. Ueber die Einzelheiten, welche sich bei der Obliteration des Aussentheiles des primären Steinkanales und bei der Bildung des in die Leibeshöhle mündenden Madreporenköpfchens abspielen, fehlt es an Beobachtungen. Durch die genannten Vorgänge wird der primäre Steinkanal zum secundären, wie er für die meisten Holothurien im erwachsenen Zustande charakteristisch ist. Da wo beim erwachsenen Thiere mehr als ein Steinkanal vorkommen, scheint nur einer derselben und zwar der dorsal gelegene aus dem primären Kanal hervorgegangen zu sein, die übrigen aber scheinen späteren Neubildungen ihre Entstehung zu verdanken.**) Es ist wenig wahrscheinlich, dass auch diese überzähligen Steinkanäle zuerst mit der Aussenwelt in Verbindung stehen, vielmehr darf man vermuthen, dass sie vom Ringkanal aus entstehen und sofort in offene Verbindung mit der Leibeshöhle treten. — Bei zahlreichen Elasipoden (S. 134, 135) steht der Steinkanal das ganze Leben hindurch nur mit der Aussenwelt in offener Verbindung, verhält sich also ganz so wie ein primärer Steinkanal. Wenn wir auch von der Entwicklungsgeschichte der Elasipoden noch nichts wissen, haben wir doch keinen

*) Von den früheren Forschern ist auf diesen Punkt nicht näher geachtet worden. Baur (10) zeichnet das Innenende des Steinkanales an dem erst fünflappigen Hydrocoel ungefähr zwischen die dritte und vierte Ausbuchtung. Metschnikoff (169) zeichnet dasselbe bald zwischen der zweiten und dritten, bald gegenüber der fünften Primär-Ausbuchtung.

**) Die Vorliebe, welche der oder die Steinkanäle bei den Aspidochiroten für die rechte Körperhälfte zeigen (s. S. 131, 132), lässt sich bis jetzt entwicklungsgeschichtlich noch nicht verständlich machen.

Grund zu bezweifeln, dass ihr Steinkanal in seiner Verbindung mit der Aussenwelt keine neue Einrichtung erworben hat, sondern nur den für alle Seewalzen, wie überhaupt für alle Echinodermen charakteristischen Jugendzustand festhält.

Die Inhaltszellen des Wassergefässsystemes entstehen nach Kowalevsky (121), Selenka (232) und Semon (237) dadurch, dass sich Zellen des inneren Epithels abschnüren und frei in die Inhaltsflüssigkeit fallen. Bei *Holothuria tubulosa* geschieht das nach Selenka (231) so frühzeitig, dass schon in dem noch vereinigten Hydro-Enterocoel einzelne amöboide Zellen anzutreffen sind.

7. Die Verdauungsorgane, Kiemenbäume und Cuvier'schen Organe.

Im Vorderdarme der jungen *Synapta* befindet sich nach Semon (237) eine Epithelauskleidung, welche keineswegs identisch ist mit dem ursprünglichen Epithel desselben, sondern von den Zellen der adoralen Wimperschnur herstammt. In ähnlicher Weise wie sich auf der Körperoberfläche aus den Wimperreifen das dauernde Körperepithel aufbaue und an die Stelle des Larvenepithels setze (s. S. 278), so verhalte sich die adorale Wimperschnur zum ursprünglichen Epithel des Vorderdarmes. Während des tonnenförmigen Stadiums breiten sich nach ihm die Zellen der adoralen Wimperschnur (und ihrer in den Vorderdarm reichenden Schlinge) über die ganze innere Oberfläche des Vorderdarmes aus, verdrängen die dort vorhandenen abgeplatteten Zellen und bilden so ein neues Epithel, welches sich von dem höheren Epithel des Mitteldarmes scharf absetzt. — Das ursprüngliche Epithel des Vorderdarmes leitet Semon vom Entoderm ab, die adorale Wimperschnur aber wie es scheint vom Ectoderm. Nach ihm wird also die anfänglich entodermale Auskleidung des Vorderdarmes später verdrängt und ersetzt durch ein vom Mundrande einwachsendes ectodermales Epithel. Ob diese Auffassung aber wirklich den Thatsachen vollständig entspricht, erscheint mir zweifelhaft; jedenfalls sieht man sich bei Semon vergebens nach einer genauen Begründung seiner Ansicht um.

Die Mundöffnung der Larve wurde früher für eine besondere, auf das Larvenleben beschränkte Bildung gehalten. Joh. Müller (179) wenigstens vermuthete bei der Auricularia mit Kalkrädchen, dass der Mund der jungen Holothurie eine vom Larvenmunde unabhängige Neubildung darstelle. Er war der Meinung, dass nach dem von ihm angenommenen Schwunde des Larvenmundes und -schlundes der Vorhof des späteren Mundes zunächst einen nach allen Seiten vollständig abgeschlossenen Raum darstelle, in welchem dann die Fühler und zwischen diesen die definitive Mundbildung entstehen; alsdann lässt er den Vorhof auch nach aussen aufbrechen und bezeichnet seine äussere Oeffnung als die Durchbruchsstelle der Fühler. Auch Baur (10) lässt den Larven-

schlund obliteriren und sich unter Schwund seines früheren Lumens in die „rundliche, ungeformte Bildungsmasse“ verwandeln, von der wir schon weiter oben gesehen haben, dass sie mit dem jetzt Mundschild genannten Gebilde identisch ist. Erst Metschnikoff (169) erbrachte den von Semon (237) und Selenka (232) bestätigten Nachweis, dass der Schlund der Larve nicht obliterirt, sondern zum Schlunde der Holothurie wird, und dass ferner der die jungen Fühler umschliessende Vorhof niemals von der Aussenwelt ganz abgeschlossen ist, sondern aus der sich immer tiefer einsenkenden Mundbucht der Larve entsteht; diese Einsenkung erweitert sich in der Tiefe, wo die jungen Fühler und zwischen diesen der Mund liegen, während ihr äusseres Stück sich zu einem röhrenförmigen Kanal auszieht, der in allen Stadien an der Oberfläche des Körpers mündet. Treten nachher die ersten Fühler nach aussen hervor, so geschieht das durch jene Mündungsstelle, während zugleich der röhrenförmige Aussentheil des Vorhofes sich ausweitet und weiterhin in das Niveau der Körperoberfläche ausbreitet. Ein besonderer „Durchbruch“ der Fühler findet also nicht statt, sondern sie werden durch eine Art von Ausstülpung des Mundvorhofes nach aussen gebracht. Wie Semon (237) bemerkte, können die tonnenförmigen Larven und die daraus entstandenen jungen Thiere der *Synapta digitata* durch Zurückziehen der bereits hervorgetretenen Fühler den früheren Zustand des Mundvorhofes vorübergehend wiederherstellen.

Der After stellt eine enge, aber erweiterungsfähige Oeffnung dar, deren Kleinheit es wohl verschuldet hat, dass Agassiz (1) ihr Vorhandensein bei den Jungen von *Psolus fabricii* überhaupt leugnen konnte.

Die Schlingenbildung des Darmes (s. S. 156) ist bereits bei den jungen Thieren, welche sich noch im tonnenförmigen Larvenstadium befinden oder dasselbe eben überstanden haben, zu bemerken. Baur (10) beobachtete dieselbe bei jungen Exemplaren der *Synapta digitata*, ist aber nach dem S. 159 von mir Gesagten gewiss im Unrecht, wenn er meint, dass sich die anfängliche Schlingenbildung des Darmes bei dieser Art später wieder verliere. Schon vorher hatte Thomson (270) eine ähnliche Schlingenbildung bei den Jungen der *Synapta inhaerens* und noch früher Krohn (124) eine ebensolche bei einer jungen *Cucumaria planci**) erwähnt. Aus den Abbildungen von Metschnikoff (169) und mir (153) scheint hervorzugehen, dass die Darmwindung schon bei ihrem ersten Auftreten in der für die erwachsenen Holothurien gesetzmässigen Richtung erfolgt, doch darf nicht unerwähnt bleiben, dass gerade auf diesen Punkt bis jetzt nicht genau geachtet worden ist.

Ueber die Entwicklung der dem Enddarm der meisten Holothurien ansitzenden Kiemenbäume (s. S. 165) wissen wir so gut wie nichts. Nur

---

*) Wie mich eigene Beobachtungen lehren, ist die junge Holothurie, von welcher Krohn dort (124) spricht und die er geneigt ist für eine junge Aspidochirote zu halten, in Wirklichkeit eine junge *Cucumaria planci*.

Danielssen und Koren (220) geben bei den von ihnen zu *Holothuria tremula* gerechneten Thieren an, dass deren Kiemenbäume als zwei hohle Röhren an dem Enddarme auftreten. Aus dem späteren Leben junger Holothurien ist mir nur die Bemerkung v. Marenzeller's (165) bekannt, dass bei jugendlichen Individuen der *Holothuria helleri* der linke Kiemenbaum nur schwach entwickelt ist und dementsprechend auch bei Erwachsenen hinter dem rechten zurückbleibt.

Vollständig unbekannt ist die Entwicklung der Cuvier'schen Organe.

8. Die Geschlechtsorgane

sind ebenfalls fast noch ganz unbekannt in Bezug auf ihre Entwicklung. Nur vermuthungsweise äussert sich Semon (237) dahin, dass die Genitalschläuche durch sackartige Einstülpungen der Cölomwandung in die Leibeshöhle entstehen. Im Innern der Cölomausstülpung befinde sich ursprünglich solides Mesenchymgewebe, in welchem durch eine secundäre Spaltbildung das Lumen des Genitalschlauches sich als ein Schizocoelraum entwickle. Die Bildungszellen der Geschlechtsprodukte sollen nach den weiteren Vermuthungen Semon's von dem äusseren Cölomepithel der Genitalschläuche stammen, die sämmtlichen übrigen Wandschichten der Schläuche durchwandern und so in den inneren Hohlraum gelangen, welcher erst später an seiner Anheftungsstelle die Körperwand durchbricht. Wie weit alle diese Vermuthungen den Thatsachen entsprechen, bleibt abzuwarten. — Ueber den Bau junger, aber bereits vollständig fertiger Genitalschläuche liegen nur einige Angaben von Hamann (93 u. 94) vor, welche sich auf *Holothuria tubulosa* beziehen. Er fand die innere Oberfläche der jungen Schläuche besetzt mit grossen, angeblich amöboiden Zellen mit grossem, blasigem, kugeligem Kern; diese Zellen, welche an einzelnen Stellen zu mehreren übereinander liegen, dagegen an anderen ganz fehlen, sieht er für die „Urkeimzellen" an, aus welchen durch Theilung kleinere Zellen hervorgehen sollen, die dann später das Innenepithel der funktionirenden Genitalschläuche (s. S. 194, 195) darstellen.

9. Das Blutgefässsystem.

Da die Blutgefässe der erwachsenen Holothurien (s. S. 198 u. f.) epithellose Lücken im Bindegewebe darstellen, so lässt sich in Bezug auf ihre Entwicklung die Vermuthung aussprechen, dass sie als communicirende Spalträume im Mesenchym entstehen und demnach in ihrer Gesammtheit ein Schizocoel darstellen. Eine unmittelbare Weiterbildung der ursprünglichen Furchungshöhle, des Blastocoels, kann man deshalb nicht in ihnen erblicken, weil das Blastocoel erst von dem Mesenchym ausgefüllt und dann erst in letzterem die Spalträume des Blutgefässsystemes auftreten. Mit dieser Auffassung von der Genese des Blutgefässsystemes

stehen die Beobachtungen Semon's (237) an *Synapta digitata* im Einklange. Wie schon Baur (10) und Metschnikoff (169) bei derselben Art wahrgenommen, treten gleich nach dem tonnenförmigen Larvenstadium die ersten deutlichen Blutgefässe am Darm als dessen dorsales und ventrales Gefäss auf. Ueber die Entwicklung der übrigen Blutgefässe fehlt es an Beobachtungen. — Die in der Blutflüssigkeit schwimmenden Zellen (s. S.221) hält Semon (237) für Abkömmlinge des Hydrocoel- und Enterocoelepithels, lässt aber zugleich die andere Möglichkeit offen, dass sie ausgewanderte Mesenchymzellen sind.

10. Die Leibeshöhle und die Mesenterien.

Als Anlage der Leibeshöhle haben wir das in eine linke und rechte Hälfte getheilte Enterocoel der Larve (S. 262) kennen gelernt. Bei *Synapta digitata* sahen wir das linke und das rechte Enterocoel die Gestalt einer uhrglasförmigen Scheibe annehmen. Beide wachsen nach vorn, hinten, oben und unten weiter, bis sie den Darm, dem sie früher nur seitlich anlagen, rings umgeben. Dabei kommen sie, wie schon Baur (10) beobachtete, schliesslich in der dorsalen und ventralen Mittellinie zu gegenseitiger Berührung. Da er sie aber irrthümlicherweise für solide Platten hielt, so war er der Meinung, die Leibeshöhle entstünde dadurch, dass sich diese Platten nachher vom Darme abheben und so zwischen sich und dem Darme die Leibeshöhle als einen ganz neuen Hohlraum auftreten lassen, während sie sich selbst in das „Perisom", d. h. in die unter der Epidermis gelegenen Bestandtheile der Körperwand verwandeln. Die späteren Forscher, Metschnikoff (169), Selenka (232), Semon (237), haben aber übereinstimmend gezeigt, dass es sich bei der Bildung der Leibeshöhle nur um ein Auseinanderweichen der inneren und äusseren Wand der von Anfang an hohlen Enterocoele handelt. Die Innenwand der beiden Enterocoele liefert die peritoneale Bekleidung des Darmes, die Aussenwand die peritoneale Bekleidung der Körperwand; dass beide Wände zur Entstehung der Muskulatur in engster Beziehung stehen, haben wir schon weiter oben (S. 282—284) erfahren. Ventralwärts brechen beide Enterocoelblasen an ihrer Berührungslinie ineinander durch, während sich an ihrer dorsalen Berührungslinie*) ein dünner Mesenchymstreifen zwischen ihnen erhält und hier ihren Durchbruch verhindert. Dieser Mesenchymstreifen ist links und rechts von den Epithelzellen der Enterocoele überkleidet und stellt so die Anlage des Mesenteriums dar, dessen peritonealer Ueberzug sich an Darm und Körperwand in deren Peritonealbekleidung unmittelbar fortsetzt. Nach Selenka's (231) Beobachtungen an *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria tubulosa* ist nicht daran zu zweifeln, dass auch bei diesen wie überhaupt bei allen Holo-

*) Dieselbe fällt, wie schon Baur (10) bemerkt hat, nicht ganz genau in die Medianebene der Larve, sondern weicht etwas nach links von derselben ab.

thurien Leibeshöhle und Mesenterium auf wesentlich gleiche Weise wie bei *Synapta* gebildet werden. — Die Inhaltszellen der Leibeshöhlenflüssigkeit entstehen nach Semon (237) wahrscheinlich aus abgelösten Zellen des Enterocoels, also in ähnlicher Weise wie die Inhaltszellen des Wassergefässsystemes (S. 297).

Im Anschlusse an die Leibeshöhle sind die räthselhaften „contractilen Rosetten" zu besprechen, welche von verschiedenen Forschern bei *Synapta* erwähnt werden. Wie schon früher (S. 237) bemerkt, war Joh. Müller zu der Vermuthung gekommen, es seien diese „Rosetten" identisch mit den von Quatrefages behaupteten Spiracula. Ob dem so ist, muss einstweilen dahingestellt bleiben. Die „Rosetten" selbst beschreibt Joh. Müller (179 u. 180) als 0,01—0,015 mm grosse, runde, contractile Organe, welche bei den Jungen der *Synapta digitata*, die eben das tonnenförmige Stadium überwunden haben, im vorderen Theile des Körpers hinter dem Kalkringe liegen und in der Haut befestigt zu sein scheinen. Es sind deren (3—) 4 vorhanden, welche ziemlich in derselben Querschnittsebene und in annähernd gleichen Abständen angebracht sind. Von der hellen Mitte einer jeden „Rosette" gehen dunkle Radien aus, welche den kreisförmigen Umfang der Rosette nicht erreichen. Von Zeit zu Zeit ziehen sie sich rasch und wie pulsirend zusammen, wobei sie allseitig kleiner werden. Dass sie wirklich in der Haut liegen, hält Joh. Müller (180) deshalb für zweifelhaft, weil sie bei künstlicher Verschiebung des Kalkringes stets diesem folgen. Von späteren Forschern haben nur Thomson (270) und Baur (10) die „Rosetten" gesehen, ohne indessen über deren Natur zu einem befriedigenden Ergebnisse zu gelangen. Thomson beschreibt sie bei jungen Exemplaren der *Synapta inhaerens*; hier haben sie eine bräunliche Farbe, ein körniges, radiär gestreiftes Aussehen und einen Querdurchmesser von 0,03 mm; ihre Contractionen erfolgen in unregelmässigen, zwischen $^1/_4$—$^1/_2$ Minute schwankenden Intervallen. Wie bei *Synapta digitata* liegen sie hinter dem Kalkringe, wahrscheinlich in der Quermuskelschicht der Körperwand und dienen vielleicht (?) als Ausströmungsporen der Leibeshöhle. Baur dagegen, der sie bei *Synapta digitata* immer nur vereinzelt bald hier bald dort in der Haut antraf, leugnet ihre Pulsationen und erklärt sie für rudimente Kalkrädchen, macht aber nicht verständlich, wie es möglich war, dass zwei so tüchtige Beobachter, wie Joh. Müller und Thomson (dessen Angaben ihm übrigens unbekannt sind), Contractionen an diesen Gebilden sehen konnten.

Von den Wimperorganen der Synaptiden ist in den Stadien der Auricularia und der tonnenförmigen Larve noch keine Spur zu bemerken und auch die ganz junge *Synapta* lässt noch nichts davon erkennen. Zur Zeit aber, in welcher die jungen Thiere der *Synapta digitata* bereits gegen 10 mm lang sind, sah Baur (10), dem wir die einzige darauf bezügliche Beobachtung verdanken, „innen an der Wand der Leibeshöhle die ersten pantoffelförmigen Wimperorgane vereinzelt zum

Vorschein kommen. Sie zeigten sich deutlich als Auswüchse der innersten Schicht der Leibeswand, welche erst allmählich ihren Stiel bekamen und ihre Pantoffelform annahmen".

Tabelle zur Uebersicht derjenigen Holothurien, deren Entwicklung ganz oder in Bruchstücken bekannt ist.

? bedeutet, dass das betreffende Stadium nicht sicher vorhanden oder nicht näher bekannt ist.
0 bedeutet, dass das betreffende Stadium wahrscheinlich oder sicher übersprungen wird.
! bedeutet, dass das betreffende Stadium mehr oder weniger gut bekannt ist.

Name der Art:	Gastrula	Auricularia	tonnenförmige Larve	junge Holothurie
I. *Aspidochirotae*:				
1. *Holothuria tubulosa* (Gmel.)	!	!	?	?
2. *Mülleria agassizii* Sel.	!	?	?	!
3. *Holothuria tremula* Gunn. (s. Anm. S. 251)	?	0	?	!
II. *Dendrochirotae:*				
4. *Cucumaria planci* (Br.)	!	0	!	!
5. *Cucumaria kirchsbergii* Heller	!	0	0	!
6. *Phyllophorus urna* Grube	?	0	?	!
7. *Psolus fabricii* (Düb. u. Kor.)	?	0	!	!
III. *Synaptidae:*				
8. *Synapta digitata* (Mont.)	!	!	!	!
9. *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.)	?	?	?	!
10. *Synapta vivipara* (Oerst.)	!	?	?	?
11. *Chiridota rotifera* (Pourt.)	?	?	?	!
12. sp.? (Auricularia mit Kugeln)	?	!	!	!
13. sp.? (Joh. Müller [181, S. 28])	?	?	?	!
14. sp.? (Auricularia von Orotava)	?	!	?	?

D. Systematik.

I. Geschichte des Systemes.

Der erste Versuch einer systematischen Anordnung der bis dahin unter dem älteren Namen *Holothuria* [Linné (145), O. F. Müller (187, 188, 189), Pennant (199), Fabricius (61), Gmelin (69)] oder dem jüngeren *Fistularia* [Forskal (65 u. 66)] zusammengefassten Arten rührt von Oken (193) her, welcher die 4 Gattungen: *Thyone*, *Subuculus*, *Holothuria* und *Psolus* unterschied. Von diesen Gattungen beruhte die zweite auf der missverständlichen Auffassung eines isolirten Schlundkopfes (s. Anmerkung S. 161), während *Thyone* und *Psolus* sich so gut bewährten, dass sie noch heute als Gattungsnamen in Gebrauch sind*); zur Gattung *Holothuria* aber stellte er Arten, die nur zum Theile jetzt noch in dieselbe gehören, zum anderen Theile aber der heutigen Gattung *Synapta* zuzurechnen sind. Den Gesichtspunkt, von dem er sich bei seiner Eintheilung vorzugsweise leiten liess, gab die äussere Körperform: ohne Unterschied von Bauch und Rücken = *Thyone*; mit geringem Unterschied von Bauch und Rücken, wurmförmig = *Holothuria*; mit deutlicher Bauchfläche, nacktschneckenförmig = *Psolus*.

Kurz darauf ging ein gleicher, aber weniger glücklicher Versuch von Lamarck (133, 1816) aus. Der bei ihm zuerst auftretende Gedanke, der Fühlerform einen besonderen Werth für das System der Holothurien beizulegen, hat sich zwar in der Folgezeit und innerhalb gewisser Grenzen als ganz richtig erwiesen. Da es ihm selbst aber an einer ausreichenden Kenntniss eben dieser Fühlerform bei vielen der damals bekannten Arten fehlte, so kann es nicht Wunder nehmen, dass er so nahe verwandte Formen wie *Synapta vittata* und *S. digitata* in verschiedene Gattungen stellte. Er unterschied übrigens der Gattungen nur zwei: *Holothuria* und *Fistularia*; in jene stellte er die Formen, deren Fühler nicht schildförmig sind, in diese die Arten mit schildförmigen Fühlern. Infolgedessen hat bei ihm die Gattung *Holothuria* einen ganz anderen Inhalt als heute und umfasst vorzugsweise dendrochirote Arten, während unsere heutigen *Holothuria*-Arten alle in seine Gattung *Fistularia* gehören würden.

---

*) Merkwürdigerweise hat Oken selbst bei späterer Gelegenheit (194) diese Gattungen wieder aufgegeben und alle Arten in die eine Gattung *Holothuria* gestellt.

Cuvier (45) dagegen nahm den Namen *Holothuria* wieder für sämmtliche Seewalzen auf. Die Arten theilte er mit besonderer Berücksichtigung der Füsschen-Anordnung in sechs Gruppen, denen er indessen keine Gattungsnamen gab. Seine erste und zweite Gruppe fallen mit Oken's Genus *Psolus*, die dritte, vierte und sechste mit Oken's Genus *Holothuria* dem Inhalte nach zusammen; die fünfte aber stellt eine Vermengung von Oken's *Thyone* mit solchen Arten dar, welche wir heute in die Gattung *Cucumaria* stellen. Goldfuss (71) suchte die Cuvier'sche Eintheilung dadurch mit der Oken'schen zu vereinigen, dass er die Gattungen *Thyone*, *Psolus* und *Holothuria* im Sinne Oken's festhielt, und ihnen als vierte Gattung für die in der sechsten Cuvier'schen Gruppe stehenden Formen, soweit sie nicht zu *Thyone* gehören, die Gattung *Pentacta* hinzufügte.

An Lamarck's Eintheilung nach der Form der Fühler knüpfte im Gegensatze zu Cuvier und Goldfuss Lesueur (139) wieder an. Er behielt zwar den Gattungsnamen *Holothuria* für alle ihm bekannten Seewalzen bei, theilte dieselben aber unter Weiterführung der Lamarck'schen Unterscheidung in drei Gruppen: 1) solche mit schildförmigen Fühlern (= Lamarck's *Fistularia*), 2) solche mit baumförmigen Fühlern und 3) solche mit gefiederten Fühlern und wurmförmigem Körper (die zweite und dritte Gruppe sind zusammen = Lamarck's *Holothuria*). Diese drei Gruppen Lesueur's entsprechen im Grossen und Ganzen den heutigen Familien der Aspidochiroten, Dendrochiroten und Synaptiden. Für die Weiterentwicklung der Holothurien-Systematik würde diese ganz vortreffliche Lesueur'sche Eintheilung gewiss von grösserem Einflusse gewesen sein, wenn sie nicht sowohl Jäger (110) als auch Brandt (33) unbekannt geblieben wäre.

Weniger bedauerlich ist die geringe Berücksichtigung, welche Fleming's (63) Eintheilungsversuch gefunden hat. Derselbe geht ähnlich wie Oken und Cuvier von der Körperform und der Füsschen-Vertheilung aus und unterscheidet so drei Gattungen: *Holothuria, Cuvieria, Mülleria*; unter *Holothuria* versteht er die Formen mit fünf Füsschenreihen, also die heutigen Cucumarien, unter *Cuvieria* die Arten mit deutlicher Kriechsohle, welche bei Oken unter *Psolus* stehen, und endlich unter *Mülleria* Formen mit allseitig vertheilten Füsschen. Seine Gattung *Mülleria* entspricht also der Definition nach etwa der Gattung *Holothuria* im Sinne von Oken und Goldfuss. Da er aber die Montagu'sche Art *Holothuria digitata* als einzige Art seiner Gattung *Mülleria* anführt, diese Art aber nichts anderes als die heutige *Synapta digitata* ist, so ergibt sich, dass Fleming's *Mülleria* dem Inhalte nach ein Synonym der jetzigen Gattung *Synapta* ist.*)

*) Jäger (110), der den Gattungsnamen *Mülleria* in einem ganz anderen, noch heute gültigen Sinne zuerst in Anwendung gebracht hat, meint, dass Fleming's *Mülleria* sich zunächst auf Lesson's *Holothuria peruviana* (= *Thyone peruana*) beziehe, was abgesehen von dem oben Gesagten auch schon deshalb nicht richtig sein kann, weil Fleming's Werk (63)

Auch Blainville (28) schloss sich vornehmlich an Oken und Cuvier an, indem er nach Körperform und Füsschen-Anordnung folgende fünf Gattungen unterschied: 1) *Cuvieria* (= *Psolus* Oken), 2) *Holothuria*, womit er die Lamarck'sche Gattung *Fistularia* meint; 3) *Thyone*, im Sinne von Oken und unter irrthümlicher Hinzurechnung von Fleming's *Mülleria*; 4) *Fistularia*, im Sinne der heutigen Synaptiden; 5) *Cucumaria*, für die sechste Cuvier'sche Artengruppe, welche Goldfuss *Pentacta* genannt hatte. Blainville's Eintheilung wurde von Lesson (138) angenommen, während Quoy und Gaimard (211) sich der Lamarck'schen Eintheilung bedienten. Unterdessen hatte Eschscholtz (59) die Gattungen *Synapta* und *Chiridota* aufgestellt und so den Boden geebnet, auf welchem Jäger eine gründliche systematische Sichtung der damals bekannten Arten (mit Ausnahme der von Lesueur beschriebenen) vornehmen konnte.

Jäger (110) stellte sich in der Hauptsache auf den Oken-Cuvier'schen Standpunkt, nach welchem Körperform und Füsschen-Anordnung zunächst maassgebend sind, vertiefte denselben aber dadurch, dass er das Vorhandensein oder Fehlen der Kiemenbäume („Lungen“) zur Abgrenzung der drei von ihm angenommenen Hauptgruppen mit heranzog. Er nennt diese drei Gruppen Subgenera, da er unter dem Genus *Holothuria* die ganze Klasse der Seewalzen versteht (s. die unten folgende Uebersicht seines Systemes). Seine Subgenera fallen also etwa mit unseren heutigen Ordnungen zusammen. Sein erstes Subgenus: *Cucumaria* entspricht, abgesehen von der irrthümlichen, aus Cuvier übernommenen Heranziehung der gar nicht zu den Seewalzen gehörigen Gattung *Minyas*, nach seinem Inhalte einem Theile unserer jetzigen Dendrochiroten, sein zweites Subgenus: *Tiedemannia* den heutigen Synaptiden und sein drittes Subgenus: *Holothuria* zum grössten Theile den heutigen Aspidochiroten. Jedes Subgenus zerfällt ferner bei Jäger in Tribus, welche etwa unsere heutigen Gattungen darstellen. Die cylindrischen Arten, die er bei seiner Tribus *Pentacta* anführt, ist er bereits selbst geneigt für Chiridoten zu halten. Dass er *Cuvieria* und *Psolus* zum Subgenus *Holothuria* stellt, erklärt sich aus der geringen Bedeutung, welche er der Fühlerform für die Holothuriensystematik beilegte; er hebt aber schon selbst hervor, dass die Tribus *Holothuria vera* in näherer Verwandtschaft mit *Bohadschia* und *Mülleria* als mit *Cuvieria* und *Psolus* stehe. Dass seine Tribus *Trepang* gut abgegrenzt sei, bezweifelt er selbst.

---

zwei Jahre vor der Lesson'schen Schrift (138) erschien. Lesson selbst hat allerdings seine *peruviana* zu Fleming's *Mülleria* gerechnet, was bei der damaligen Sachlage ganz richtig war.

Uebersicht über Jäger's Eintheilung des Genus *Holothuria*.

I. Subgenus ***Cucumaria;*** mit radiär geordneten Füsschen; vermuthlich ohne „Lungen" (was in Bezug auf seine pentagonalen *Pentacta*-Arten ein Irrthum ist).

1. Tribus *Minyas* (Jäger folgt in der irrthümlichen Stellung dieser Form zu den Holothurien dem Vorgange Cuvier's).

2. Tribus *Pentacta*; Körper cylindrisch oder gestreckt-eiförmig; Füsschen in Längsreihen; Fühler gefiedert oder verästelt.

a. Species *pentagonae* (= *Cucumaria*).*)

b. Species *cylindricae* (= *Chiridota*- und *Synapta*-Arten).

II. Subgenus ***Tiedemannia;*** Füsschen wenig ausgebildet; keine „Lungen"; Körper cylindrisch, ohne Unterschied von Bauch und Rücken (= *Synapta* + *Chiridota*).

1. Tribus *Synapta*; Körper wurmförmig; Fühler gross, meist gefiedert; statt der Füsschen hakenartige Harttheile in der Haut.

2. Tribus *Chirodota;* Körper wurmförmig; Fühler ziemlich lang, an der Spitze gefingert; Haut mit Wärzchen oder mit sehr wenigen Füsschen (letzteres beruht auf einer irrthümlichen Annahme).

III. Subgenus ***Holothuria;*** Körper nie vollkommen cylindrisch; Bauch und Rücken verschieden; „Lungen" vorhanden.

1. Tribus *Mülleria*; Rücken gewölbt; Bauch flacher; Haut lederig; 20 schildförmige Fühler; After mit fünf radialen Zähnen.

2. Tribus *Bohadschia*; Rücken gewölbt; Bauch flach; Haut lederig; 20 schildförmige Fühler; After fünfstrahlig.

3. Tribus *Holothuria* (*vera*); Körper subcylindrisch, mit gewölbtem Rücken und abgerundeten Enden; 20 schildförmige Fühler; Füsschen auch auf dem Rücken; After und Mund rund; Mund meistens etwas unterständig.

4. Tribus *Cuvieria*; Rücken gewölbt mit kalkigen Schuppen; Bauch ganz flach, weich, mit zahllosen Füsschen; Mund strahlig; After gerundet (= *Psolus*).

5. Tribus *Psolus*; Rücken gewölbt, hart; Bauch flach; Fühler verästelt oder einfach.

6. Tribus *Trepang*; Körper subcylindrisch; 10—20 schildförmige Fühler; Mund vorn (= *Holothuria*- und *Stichopus*-Arten).

Viel gekünstelter ist das von Brandt (33) aufgestellte System. Um die ganze Gruppe der Seewalzen, welcher er den Rang einer Familie zuerkennt, in Gattungen zu zerlegen, betont er die An- oder Abwesenheit sowie die Anordnung der Füsschen in viel stärkerem und einseitigerem Maasse als seine Vorgänger und gelangt so zunächst zur Aufstellung der beiden Unterfamilien der *Pedatae* und *Apodes*, für deren weitere Zerlegung (s. die unten folgende Uebersicht seines Systemes) ausser der Form und Anordnungsweise der Füsschen das Vorhandensein oder Fehlen, sowie auch die Form und Befestigungsweise der Kiemenbäume und endlich auch die Form der Fühler benutzt werden. Neu ist von diesen systematischen Gesichtspunkten, ausser der scharfen Betonung der Füsschen,

---

*) Hier wie in den auf den folgenden Seiten mitgetheilten Ueberschriften habe ich in runden Klammern auf die entsprechenden Gruppen des heutigen Systemes hingewiesen.

die Heranziehung des Umstandes, ob die Kiemenbäume frei oder durch sein Mesenterium befestigt sind. Brandt nimmt indessen hier, wie ich an einem anderen Orte (154) gezeigt habe, zur Begründung seiner Gruppe der *Detopneumones* einen Gegensatz an, der nur auf einem Missverständnisse beruht. Ebenso liegt ein Missverständniss zu Grunde, wenn er den Gattungen *Liosoma* und *Chiridota* im Gegensatze zu *Synapta* besondere Athmungsorgane zuschreibt. Ein anderer Irrthum des Brandt'schen Systemes ist die Angabe, dass die Gattungen *Oncinolabes*, *Dactylota* und *Aspidochir* Füsschen besitzen. Wie gekünstelt das ganze System ist, geht am besten aus dem Umstande hervor, dass man in der Unterfamilie der *Pedatae* nicht weniger als fünf untergeordnete Kategorien durchschreiten muss, um endlich bei den Gattungen anzukommen, zeigt sich aber auch darin, dass nahe verwandte Formen weit auseinandergerissen werden. So begegnet man z. B. Synaptiden an fünf verschiedenen Stellen dieses Systemes, nämlich bei den *Adetopneumones*, den *Detopneumones*, den pedaten *Apneumones*, den *Pneumonophorae* und den apoden *Apneumones*. Unter den sämmtlichen von Brandt neu aufgestellten Gattungen ist auch nicht eine einzige, welche sich in der Folgezeit als haltbar erwiesen hätte. Ebenso steht es mit seinen Gruppen der *Homoiopodes, Heteropodes, Peripodes, Hypopodes, Pentastichae, Detopneumones, Homoiopodes apneumones*, während die von ihm eingeführten Namen *Pedatae*, *Apodes*, *Pneumonophorae, Apneumones, Aspidochirotae* und *Dendrochirotae* zwar von längerem, zum Theil bis in das heutige System reichendem Bestand waren, aber dabei ihren Sinn mehr oder weniger veränderten.

Uebersicht über Brandt's Eintheilung der Familie der *Holothuriae*.

I. ***Pedatae;*** Füsschen vorhanden.
  A. *Homoiopodes*; Füsschen gleichartig.
    a. *Dendropneumones*; Kiemenbäume vorhanden.
      aa. *Peripodes*; Füsschen auf dem ganzen Körper (d. h. nicht nur auf der Bauchseite).
        α. *Pentastichae* = *Pentactae sive Cucumariae* Auct.; Füsschen in fünf Längsstreifen.
          αα. *Adetopneumones*; Kiemenbäume frei.
            1. Genus *Cladodactyla* (= *Cucumaria*); Fühler fiederig-verästelt; Subgenera *Polyclados*, *Holigoclados*.
            2. Genus *Dactylota* (= *Synapta*); Fühler gefingert oder gefiedert.
          ββ. *Detopneumones*; Kiemenbäume fünftheilig und durch ein Mesenterium befestigt.
            3. Genus *Aspidochir* (= *Chiridota* oder *Synapta*).
        β. *Sporadipodes*; Füsschen regellos über den Körper zerstreut.
            4. Genus *Sporadipus* (= *Holothuria*); Fühler schildförmig; Subgenera: *Colpochirota*, *Acolpos*.
      bb. *Hypopodes*; Füsschen nur an der Bauchseite; Bauchseite flach: *Platygastricae*.
            5. Genus *Psolus*; Haut runzelig, weich.
            6. Genus *Cuvieria* (= *Psolus*); Haut mit Kalkschuppen.

b. *Apneumones*; keine Kiemenbäume.

7. Genus *Oncinolabes* (= *Synapta*); Füsschen in fünf Längsstreifen; Haut mit Haken (= Anker).

B. *Heteropodes*; Füsschen von zweierlei Form (= Füsschen und Papillen).

a. *Stichopodes*; Bauchfüsschen wenigstens auf der Mitte in Längsstreifen.

8. Genus *Stichopus*; Bauchfüsschen in drei Längsstreifen; Subgenera: *Perideris*, *Gymnochirota*.

9. Genus *Diploperideris* (= *Stichopus*); Bauchfüsschen in mehr als drei Längsstreifen; hinter den Fühlern eine Art Halskragen.

b. *Sporadipodes*; Bauchfüsschen ordnungslos.

α. *Aspidochirotae*; Fühler schildförmig.

10. Genus *Holothuria*; After rund, unbewaffnet; Subgenera: *Thelenota*, *Microthele*.

11. Genus *Bohadschia* (= *Holothuria*); After sternförmig, unbewaffnet.

12. Genus *Mülleria*; After mit fünf radialen Kalkzähnen.

13. Genus *Trepang* (= *Holothuria*- und *Stichopus*-Arten).

β. *Dendrochirotae*; Fühler verästelt.

14. Genus *Cladolabes* (= *Orcula*).

II. *Apodes*; keine Füsschen.

A. *Pneumonophorae*; Kiemenbäume oder anders geformte Kiemen vorhanden.

15. Genus *Liosoma* (= *Chiridota*); 12 Fühler.

16. Genus *Chiridota*; 15—20 Fühler.

B. *Apneumones*; Kiemenbäume fehlen.

17. Genus *Synapta*.

Der Brandt'schen Haupteintheilung in füssige und fusslose Gattungen schloss sich Burmeister (35) an. Er suchte aber dadurch eine grössere Uebersichtlichkeit in das System zu bringen, dass er die Gattungen zu einigen wenigen Familien vereinigte, während er gleichzeitig die Brandt'sche Familie der *Holothuriae* zu einer besonderen Ordnung der *Scytodermata* erhob. Ausser den irrthümlich in diese Ordnung gestellten Gephyreen und der gleichfalls nicht hierher gehörigen Gattung *Minyas* unterschied er die vier Familien der *Pentactidae*, *Holothuridae*, *Psolidae* und *Synaptidae*, von denen die drei ersten zur Zunft der *Pedata*, die letzte aber zur Zunft der *Apoda* gehören. Zur Abgrenzung der pedaten Familien benutzte er die Füsschen nicht minder einseitig, als das Brandt bei der Bildung seiner Untergruppen gethan hatte.

Erst durch Grube (81) kam die Erkenntniss zum bestimmten Ausdrucke, dass der Form der Fühler eine viel grössere systematische Bedeutung beizulegen sei, als man bis dahin, mit alleiniger Ausnahme von (Lamarck und) Lesueur, angenommen hatte. Ohne, wie es scheint, mit der Ansicht des älteren Forschers bekannt zu sein, gelangte Grube zur Aufstellung derselben drei Gruppen, die jener unterschieden hatte. Die erste dieser Abtheilungen nennt er *Aspidochirotae*, die zweite *Dendrochirotae* und die dritte *Chiridotae*. Die Namen der beiden ersteren haben also bei Grube einen viel weiteren Sinn als bei Brandt; es umfassen diese zwei Abtheilungen die sämmtlichen *Pedatae* Brandt's, während Grube's Chiridoten mit Brandt's *Apodes* und Burmeister's *Synaptidae* zusammenfallen. Grube's Eintheilung wurde von Troschel

(274) angenommen und um den Gesichtspunkt bereichert, dass auch die relativen Grössenverhältnisse, sowie Zahl und Anordnung der Fühler Merkmale abgeben, welche sich zur Abgrenzung von Gattungen benutzen lassen. Troschel stellte darauf hin die neuen Gattungen *Anaperus (= Thyone)*, *Orcula* und *Colochirus* auf.

In England blieb Grube's Eintheilung zunächst unberücksichtigt. Forbes (64) theilte die an den britischen Küsten vorkommenden Arten nach Körperform und Füsschenanordnung in die Familien der *Psolidae*, *Pentactae* (unter Aufstellung der neuen Gattung *Ocnus*), *Thyones* und *Synaptae* und Gray (76) ordnete sie in ähnlicher Weise in die Familien der *Holothuridae* (= *Thyones* Forbes), *Cuvieriadae* (= *Psolidae* Forbes), *Pentactidae* und *Synaptidae*. Und auch in Deutschland vermochte die Grube-Troschel'sche Ansicht sich nicht sofort allgemeine Geltung zu verschaffen, wie sich darin zeigt, dass von Siebold (240) nur zwei Familien: *Holothurinae* und *Synaptinae* unterscheidet, welche den Brandt'schen Unterfamilien der *Pedata* und *Apoda* entsprechen.

Joh. Müller (184) dagegen erkannte mit richtigem Blicke den Werth der Grube'schen Unterscheidung, soweit es sich um füssige und zugleich Kiemenbäume besitzende Formen handelt. Durch das Studium der von ihm zuerst genauer untersuchten Gattung *Molpadia* kam er ferner im Gegensatze zu Brandt's System zu der Ansicht, dass der Besitz oder Mangel der Kiemenbäume für die Abgrenzung natürlicher Gruppen noch wichtiger sei als das Vorkommen oder Fehlen von Füsschen. Für die füsschenlosen, aber mit Kiemenbäumen ausgestatteten Formen begründete er die neue Familie der Molpadiiden und theilte die ganze Ordnung zunächst in „lungenlose (= *Synaptidae*) und „lungentragende"; diese letzteren zerfallen dann weiter in „fusslose" (= Molpadiiden) und „füssige" und diese endlich wieder in *Aspidochirotae* und *Dendrochirotae*.

Einige Jahre später beschrieb Gray (75) die merkwürdige Gattung *Rhopalodina* und glaubte in ihr den Vertreter einer besonderen, von den Seewalzen zu den Gephyreen überleitenden Familie erkennen zu müssen.

Bronn (34) ging in der systematischen Beurtheilung der *Rhopalodina* noch weiter, indem er sie allen anderen Holothurien als Vertreter einer besonderen Ordnung der *Decacrenidia* gegenüberstellte. Diese Aufstellung beruht aber, wie ich (148, 161c) zeigen konnte, auf der ganz irrthümlichen Meinung, dass die *Rhopalodina* statt fünf Ambulacren deren zehn besitze. Die übrigen Holothurien fasst Bronn als Ordnung der *Pentacrenidia* zusammen, während er den Seewalzen überhaupt den systematischen Rang einer Klasse zuspricht. Seine weitere Eintheilung der *Pentacrenidia* unterscheidet sich von den Ansichten Joh. Müller's nicht in der Abgrenzung, sondern nur in der Anordnung und zum Theil in der Benennung der Familien. Während Joh. Müller erst die Kiemenbäume und dann erst die Füsschen berücksichtigt haben will, macht Bronn es damit im Anschluss an Brandt umgekehrt und theilt demnach (s. die folgende Uebersicht) die *Pentacrenidia* zunächst in die beiden Unterordnungen der *Apodia*

und *Eupodia*; jene zerfallen in die beiden Familien der Synaptiden und Liodermatiden (= Molpadiiden Joh. Müller's), diese in die beiden Familien der *Aspidochirotae* und *Dendrochirotae*.

Uebersicht über Bronn's Eintheilung der Klasse der *Scytodermata s. Holothurioidea.*

I. Ordnung ***Decacrenidia;*** mit zehn Ambulacren.

Gattung: *Rhopalodina.*

II. Ordnung ***Pentacrenidia;*** mit fünf Ambulacren.

A. Unterordnung *Apodia*; keine Füsschen; Fühler gefiedert oder gefingert = *Chiridotae.*

1. Familie *Synaptidae* = *Apneumones* Br.; kein Kiemenbaum. Körper drehrund, wurmförmig; Zwitter.

Gattungen: *Synapta, Synaptula* (= *Synapta*), *Chirodota, Myriotrochus.*

2. Familie *Liodermatidae* = *Pneumonophora* Br.; Kiemenbäume vorhanden; in der Haut weder Anker noch Rädchen; getrenntgeschlechtlich.

Gattungen: *Lioderma* (= *Liosoma* = *Chiridota*), *Haplodactyla, Molpadia.*

B. Unterordnung *Eupodia s. Pedicellata*; Füsschen und Kiemenbäume vorhanden.*)

3. Familie *Aspidochirotae*; Fühler schildförmig.

Gattungen: *Sporadipus* (= *Holothuria*), *Aspidochir* (= *Synapta* oder *Chiridota*), *Holothuria, Bohadschia* (= *Holothuria*), *Actinopyga* (= *Mülleria*), *Trepang* (= *Holothuria*- und *Stichopus*-Arten), *Stichopus, Diploperideris* (= *Stichopus*).

4. Familie *Dendrochirotae*; Fühler baumförmig verästelt.

Gattungen: *Thyone, Stereoderma* (= *Thyone*), *Phyllophorus, Orcula, Sclerodactyla* (= *Thyone*), *Hemicrepis* (= *Phyllophorus*), *Cladolabes* (= *Orcula*), *Thyonidium* (= *Phyllophorus*), *Cladodactylus* (= *Cucumaria*), *Dactylota* (= *Synapta*), *Ocnus* (= *Cucumaria*), *Psolinus* (= *Cucumaria*), *Colochirus, Lepidopsolus* (= *Psolus*), *Eupyrgus* (gehört zu den Molpadiiden), *Psolus.*

Neben den so durch Grube, Troschel, Joh. Müller und Bronn befestigten systematischen Anschauungen nimmt sich die von Dujardin und Hupé (55) befolgte Eintheilung als ein kläglicher Rückschritt aus. Bei ihrem Mangel an ausreichender Kenntniss der Litteratur und der betreffenden Thiere selbst kamen die beiden genannten Gelehrten nicht weiter, als

*) Bronn rechnet hierhin auch die ihm mit Recht zweifelhaft erscheinende Gattung *Oncinolabes* Br. (= *Synapta*) und stellt sie isolirt neben die Aspido- und Dendrochiroten.

dass sie die Holothurien in die beiden Tribus der „Holothurides apodes ou Synaptiens“ und der „Holothurides pédiculés ou Holothuriens“ eintheilten.

Selenka (229 u. 230) dagegen suchte durch umfassende eigene Beobachtungen das System zu fördern. Er stellte eine beträchtliche Anzahl neuer Arten und Gattungen auf und folgte in der Eintheilung der ganzen Klasse, ebenso wie Carus*), den von Joh. Müller entwickelten Ansichten. Er unterscheidet zunächst die beiden Ordnungen der Kiemenbesitzenden und der Kiemenlosen; jene umfassen die eine Familie der Synaptiden, diese die drei Familien der Liosomatiden (welche mit Joh. Müller's Molpadiiden und Bronn's Liodermatiden identisch sind), der Dendro- und der Aspidochiroten.

Uebersicht über Selenka's Eintheilung der Klasse der *Holothurioidea.***)

I. Ordnung ***Pneumonophora.***)**

1. Familie *Aspidochirotae.* **) Gattungen: *Labidodemas*, *Aspidochir* (= *Synapta* oder *Chiridota*), *Mülleria*, *Stichopus*, *Bohadschia* (= *Holothuria*), *Holothuria*.
2. Familie *Dendrochirotae.***) Gattungen: *Psolus*, *Cuvieria* (= *Psolus*), *Colochirus*, *Hemicrepis* (= *Phyllophorus*), *Cercodemas* (= *Colochirus*), *Stereoderma* (= *Thyone*), *Psolinus* (= *Cucumaria*), ? *Oncinolabes* (= *Synapta*), *Thyonidium* (= *Phyllophorus*). *Pentamera* (= *Thyone*), *Echinocucumis* (= *Cucumaria*), *Cucumaria*, *Urodemas* (= *Phyllophorus*), *Orcula*, *Phyllophorus*, *Thyone*, *Stolus* (= *Thyone*), *Stolinus* (= *Theelia*), *Pattalus* (= *Phyllophorus*).
3. Familie *Liosomatidae* oder *Molpadidae.* Gattungen: *Molpadia*, *Liosoma* (= *Chiridota*), *Haplodactyla*, *Caudina*, *Embolus* (= *Trochostoma*).

II. Ordnung ***Apneumona.***)**

4. Familie *Synaptidae.* Gattungen: *Synapta*, *Synaptula* (= *Synapta*), *Chirodota*, *Myriotrochus*, *Eupyrgus* (gehört nicht in diese Familie, sondern zu den Molpadiiden), ? *Rhabdomolgus*.

Fast gleichzeitig mit Selenka erschien Semper's grosses Holothurienwerk (238), worin er in systematischer Hinsicht zu wesentlich dem gleichen Ergebnisse kam wie Selenka (vergl. die umstehende Uebersicht seines Systemes). Der Unterschied, dass bei Semper eine besondere Familie der *Oncinolabidae* aufgeführt wird, wurde später durch meinen Nachweis (154), dass *Oncinolabes* Br. zur Gattung *Synapta* gehört,

---

*) Carus, J. V. und A. Gerstaecker, Handbuch d. Zoologie, 2. Bd., Leipzig 1863.

**) Wenn Selenka bei diesen Namen Brandt als Autor derselben anführt, so ist das nur in Bezug auf diese Worte selbst, nicht aber in Bezug auf den damit verbundenen Sinn richtig. Dem Sinne nach ist Joh. Müller der Urheber der beiden Ordnungen der *Pneumonophora* und *Apneumona* und Grube der Autor der beiden Familien der *Aspidochirotae* und *Dendrochirotae*. Und was den zusammenfassenden Namen *Holothurioidea* angeht, so kommt derselbe überhaupt nicht bei Brandt, sondern erst bei v. Siebold (240) als Ordnungs- und bei Bronn (34) als Klassennamen vor.

beseitigt. Ebenso konnte ich zeigen, dass die von Semper für die Gattung *Rhopalodina* begründete Klasse der *Diplostomidea*, sowie die von Schmarda*) für dieselbe Gattung angenommene Ordnung der *Tetrapneumonae* nicht haltbar sind und statt dessen entweder (148) eine besondere Familie der *Rhopalinidae* an die Dendrochiroten anzuschliessen ist oder (161c) noch besser die Gattung *Rhopalodina* den Dendrochiroten eingeordnet werden kann. In der Zerlegung der Dendrochiroten in die drei Unterfamilien der *Stichopoda, Gastropoda* und *Sporadipoda* zeigt sich bei Semper der erste Versuch, diese vielgestaltige Familie in natürliche Gruppen zu theilen.

Uebersicht über Semper's Eintheilung der *Holothurioidea* (und *Diplostomidea*).

A. Klasse ***Holothurioidea.***

- I. Ordnung *Apneumona.*
  - 1. Familie *Synaptidae.* Gattungen: *Synapta, Anapta, Chirodota, Synaptula* (= *Synapta*), *Myriotrochus. Rhabdomolgus.*
  - [2. Familie *Eupyrgidae.***) Gattung: *Eupyrgus.*]
  - 3. Familie *Oncinolabidae.* Gattung: *Oncinolabes* (= *Synapta*).
- II. Ordnung *Pneumonophora.*
  - 4. Familie *Molpadidae.* Gattungen: *Haplodactyla, Molpadia, Liosoma* (= *Chiridota*), *Caudina, Echinosoma* (= *Eupyrgus*), *Embolus* (= *Trochostoma*).
  - 5. Familie *Dendrochirotae.*
    - 1. Unterfamilie *Stichopoda.* Gattungen: *Cucumaria, Ocnus* (= *Cucumaria*), *Colochirus, Echinocucumis* (= *Cucumaria*).
    - 2. Unterfamilie *Gastropoda.* Gattung: *Psolus.*
    - 3. Unterfamilie *Sporadipoda.* Gattungen: *Thyone, Thyonidium* (= *Phyllophorus*), *Orcula, Phyllophorus, Stereoderma* (= *Thyone*), *Hemicrepis* (= *Phyllophorus*).
  - 6. Familie *Aspidochirotae.* Gattungen: *Stichopus, Mülleria, Labidodemas, Aspidochir* (= *Synapta* oder *Chiridota*), *Holothuria.*

B. Klasse ***Diplostomidea.*** Gattung: *Rhopalodina.*

Neue Gesichtspunkte für die Systematik der Holothurien eröffneten sich durch die Entdeckung der Tiefseeformen, welche lehrten, dass der Besitz von Füsschen auch mit dem Fehlen der Kiemenbäume verknüpft sein kann. Die erste derartige Form beschrieb Théel (263) in der Gattung *Elpidia* und es folgten Danielssen und Koren (49, 50) mit den verwandten Gattungen *Kolga* und *Irpa.* Théel begründete (264) darauf eine besondere Ordnung der *Elasipoda****), in welcher er auf Grund der

*) Zoologie, 1. Bd., 1871.

**) Von Semper selbst nicht festgehalten, sondern mit den Molpadiiden vereinigt.

***) Anfänglich (264) nannte Théel die Ordnung *Elasmopoda*, wofür er später (266) *Elasipoda* setzte. Der Name ist abgeleitet von ἐλαύνω, ich setze in Bewegung.

von ihm bearbeiteten Ausbeute der Challenger-Fahrt die drei Familien der Elpidiiden, Deimatiden und Psychropotiden unterschied (266). Für die übrigen Holothurien ging Théel im Gegensatze zu Semper und Selenka und in Wiederaufnahme der von Brandt und Bronn befolgten Eintheilung von dem Vorhandensein oder Fehlen der Füsschen aus und theilte sie demgemäss in die beiden Ordnungen der *Apoda* und *Pedata* (s. die folgende Uebersicht). Die Namen *Apneumona* und *Pneumonophora* treten bei Théel nur zur Bezeichnung zweier Unterordnungen der *Apoda* auf, also in ähnlichem Sinne wie schon bei Brandt und in viel engerem als in Semper's und Selenka's System. Mit Hinzufügung der Rhopalodiniden sind die Familien, welche Théel bei den *Apoda* und *Pedata* unterscheidet, dieselben wie bei Bronn und Selenka. In der Zerlegung der Dendrochiroten in Unterfamilien schliesst er sich durchaus an Semper an.

Uebersicht über Théel's Eintheilung der Klasse der *Holothurioidea.*

I. Ordnung ***Apoda.***

- 1. Unterordnung *Apneumona.*
  - 1. Familie *Synaptidae.* Gattungen: *Rhabdomolgus*, *Anapta*, *Synapta*, *Chirodota*, *Myriotrochus*, *Acanthotrochus*, *Trochoderma.*
- 2. Unterordnung *Pneumonophora.*
  - 2. Familie *Molpadidae.* Gattungen: *Ankyroderma*, *Eupyrgus*, *Haplodactyla*, *Trochostoma*, *Caudina*, *Molpadia*, *Embolus* (= *Trochostoma*).

II. Ordnung ***Pedata.***

- 3. Familie *Dendrochirotae.*
  - 1. Unterfamilie *Stichopoda.* Gattungen: *Cucumaria*, *Ocnus* (= *Cucumaria*), *Echinocucumis* (*Cucumaria*), *Colochirus*, *Actinocucumis*, *Pseudocucumis*, *Amphicyclus* (= *Pseudocucumis*).
  - 2. Unterfamilie *Gastropoda.* Gattung: *Psolus.*
  - 3. Unterfamilie *Sporadipoda.* Gattungen: *Thyone*, *Stereoderma* (= *Thyone*), *Thyonidium* (= *Phyllophorus*), *Orcula*, *Phyllophorus.*
- 4. Familie *Rhopalodinidae.* Gattung: *Rhopalodina.*
- 5. Familie *Aspidochirotae.* Gattungen: *Labidodemas*, *Paelopatides*, *Stichopus*, *Pseudostichopus*, *Mülleria*, *Holothuria.*

III. Ordnung ***Elasipoda.***

- 6. Familie *Elpidiidae.* Gattungen: *Parelpidia*, *Elpidia*, *Scotoplanes*, *Irpa*, *Kolga*, *Peniagone*, *Scotoanassa*, *Enypniastes*, *Achlyonice.*
- 7. Familie *Deimatidae.* Gattungen: *Oneirophanta*, *Deima*, *Laetmogone*, *Orphnurgus*, *Ilyodaemon*, *Pannychia.*
- 8. Familie *Psychropotidae.* Gattungen: *Psycheotrephes*, *Euphronides*, *Psychropotes*, *Benthodytes.*

Lampert's System (s. die folgende Uebersicht desselben) (134) unterscheidet sich nur darin von dem Théel'schen, dass die Abgrenzung der Unterfamilien der Dendrochiroten eine andere ist. Es hatte nämlich Bell (14) berechtigte Bedenken gegen die Semper'schen Unterfamilien der *Stichopoda*, *Gastropoda* und *Sporadipoda* vorgebracht und den Vorschlag gemacht, lieber die Zahl und Anordnung der Fühler zum Ausgangspunkte der Eintheilung zu nehmen. In weiterer Ausführung dieses Vorschlages und unter Benutzung der schon von Bell gebrauchten Bezeichnungen theilte nunmehr Lampert die Dendrochiroten in die beiden Unterfamilien der *Decachirotae* (mit zehn Fühlern) und *Polychirotae* (mit mehr als zehn Fühlern). Weiter unterschied Lampert bei den *Polychirotae* diejenigen Gattungen, deren Fühler zu einem doppelten Kreise geordnet sind, von den nur mit einem Fühlerkranze ausgestatteten: *Amphicyclia*, *Monocyclia*. Dass diese beiden Untergruppen nicht haltbar sind, glaube ich (161a) hinreichend nachgewiesen zu haben, und wir werden sehen (S. 320), dass auch die beiden Unterfamilien der *Decachirotae* und *Polychirotae* keine natürlichen Gruppen darstellen.

Uebersicht über Lampert's Eintheilung der Klasse der *Holothurioidea*.

I. Ordnung ***Pedata.***

- 1. Familie *Aspidochirotae*. Gattungen: *Holothuria*, *Labidodemas*, *Mülleria*, *Stichopus*.
- 2. Familie *Dendrochirotae*.
  - 1. Unterfamilie *Decachirotae*. Gattungen: *Psolus*, *Colochirus*, *Ocnus* (= *Cucumaria*), *Cucumaria*, *Semperia* (= *Cucumaria*), *Stereoderma* (= *Thyone*), *Thyone*, *Echinocucumis* (= *Cucumaria*).
  - 2. Unterfamilie *Polychirotae*.
    - a. Gruppe *Monocyclia*. Gattungen: *Orcula*, *Thyonidium* (= *Phyllophorus*).
    - b. Gruppe *Amphicyclia*. Gattungen: *Pseudocucumis*, *Actinocucumis*, *Phyllophorus*, *Amphicyclus* (= *Pseudocucumis*), *Eucyclus* (= *Phyllophorus*).
- 3. Familie *Rhopalodinidae*. Gattung: *Rhopalodina*.

II. Ordnung ***Elasipoda.***

- 4. Familie *Elpidiidae*. Gattungen: *Parelpidia*, *Elpidia*, *Scotoplanes*, *Irpa*, *Kolga*, *Peniagone*, *Scotoanassa*, *Enypniastes*, *Achlyonice*.
- 5. Familie *Deimatidae*. Gattungen: *Oneirophanta*, *Deima*, *Laetmogone*, *Orphnurgus*, *Ilyodaemon*, *Pannychia*.
- 6. Familie *Psychropotidae*. Gattungen: *Psycheotrephes*, *Euphronides*, *Psychropotes*, *Benthodytes*.

III. Ordnung *Apoda.*

1. Unterordnung *Pneumonophora.*

7. Familie *Molpadidae.* Gattungen: *Haplodactyla, Molpadia, Liosoma* (= *Chiridota*), *Caudina, Trochostoma, Ankyroderma, Eupyrgus.*

2. Unterordnung *Apneumona.*

8. Familie *Synaptidae.* Gattungen: *Synapta, Anapta, Chirodota, Myriotrochus, Trochoderma, Acanthotrochus, Rhabdomolgus.*

Meine eigenen Ansichten über das natürliche System der Holothurien habe ich ganz vor kurzem*) darzulegen und zu begründen versucht. Dieselben unterscheiden sich hauptsächlich darin von denen meiner Vorgänger, dass ich auf die Homologie der Fühler mit den Füsschen und auf die Beziehungen der Fühlerkanäle zu den Radialkanälen und (bei den Synaptiden) zu dem Ringkanale einen besonderen Nachdruck lege. Der Gegensatz zwischen füssigen und fusslosen Holothurien verliert seine Schärfe durch die Thatsache, dass es streng genommen gar keine völlig fusslosen Holothurien gibt. Die bei allen Holothurien vorkommenden Fühler sind nämlich nach Entwicklung und Bau, ferner in ihrer Beziehung zu den radialen Wassergefässen und oft auch in ihrer Funktion nichts anderes als die dem Munde zunächst stehenden Füsschen, welche in den Dienst des Tastens und der Nahrungsaufnahme getreten sind und dementsprechende Abänderungen der Form erfahren haben. Nur bei den Synaptiden hat ein Theil der Fühler seine Verbindung mit den Radialkanälen aufgegeben und entspringt nunmehr von dem Ringkanale. Da bei allen übrigen Holothurien sämmtliche Fühler, Füsschen und Ambulacralpapillen, also sämmtliche äusserlich hervortretenden Anhänge des Wassergefässsystemes, von den die Strahlen des Körperbauplanes bezeichnenden Radialkanälen entspringen, so habe ich den Vorschlag gemacht, dieselben unter der Bezeichnung *Actinopoda* (oder kürzer *Actinota*) als eine erste Ordnung der *Holothurioidea* zusammenzufassen und ihnen als eine zweite Ordnung die nur die Familie der Synaptiden umschliessenden *Paractinopoda* (oder *Paractinota*) gegenüberzustellen. Die *Actinopoda* umfassen die vier Familien der *Aspidochirotae, Elasipoda, Dendrochirotae* (zu welchen ich [161c] auch die *Rhopalodinidae* rechne) und *Molpadiidae* (s. die Uebersicht S. 326).

---

*) Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 51, 1891, S. 591 ff.

Uebersicht über die Zahl der Gattungen und Arten in historischer Reihenfolge.

Name des Autors	Jahr	Zahl der Gattungen	Zahl der Arten
Jäger	1833	9	50
Brandt	1835	17	60
Bronn	1860	33	ca. 180
Dujardin und Hupé . .	1862	11	104
Selenka	1867	36	ca. 200
Semper	1868	30	280
Lampert	1885	53	473
Théel	1882/86	53	ca. 475*)
Ludwig	1891	49	513*)

II. Bedeutung der Körperform und der einzelnen Organe für das System.

Die Körperform der Seewalzen (s. S. 24—26) gibt bei ihrer verhältnissmässig grossen Eintönigkeit wenig brauchbare Merkmale ab. Weder eine durchgreifende Unterscheidung der Familien noch der Gattungen lässt sich auf sie allein begründen. Manche Dendrochiroten, z. B. *Thyone*, *Orcula*, *Phyllophorus*, *Colochirus*, sind gewissen Aspidochiroten, z. B. einzelnen *Holothuria*-Arten, *Stichopus*, in der Körperform ausserordentlich ähnlich und unter den Elasipoden wiederholt die Gattung *Parelpidia* die Gestalt der Synaptiden. Drehrunde Körperform fällt zwar in sehr vielen Fällen, so bei allen Molpadiiden und Synaptiden, mit dem Mangel der Füsschen zusammen, kommt aber auch bei reichlichster Entwicklung von Füsschen bei manchen Aspidochiroten und vielen Dendrochiroten vor; bei den Synaptiden ist der drehrunde Körper durchweg viel gestreckter und dadurch wurmähnlicher als bei den Molpadiiden. Einer äusserlich wahrnehmbaren Bilateralsymmetrie, welche sich durch Bildung einer deutlichen Bauchfläche ausprägt, begegnen wir bei fast allen Elasipoden, den meisten Aspidochiroten und sehr vielen Dendrochiroten. Pentagonale Gestalten bieten sich uns fast nur im Innern der Dendrochirotenfamilie dar, z. B. bei den Gattungen *Cucumaria*, *Pseudocucumis*, *Actinocucumis*; vierkantige Formen treffen wir bei *Colochirus* unter den Dendro- und *Stichopus* unter den Aspidochiroten, ohne dass man an der Fünf- oder Vierkantigkeit des Körpers allein alle Angehörigen dieser Gattungen mit Sicherheit erkennen könnte. In derselben Gattung können verschiedene Körperformen nebeneinander vorkommen; so z. B. gibt es *Holothuria*-Arten mit deutlicher Bauchfläche und andere mit ganz drehrundem Körper. Auch die schwanzartige Verjüngung des hinteren Leibesendes lässt sich nicht als alleiniges Gattungsmerkmal brauchen, denn wir begegnen ihr einmal bei einem Theile der Molpadiiden, namentlich den Gattungen *Caudina*,

*) Die verhältnissmässig geringe Steigerung der Artenzahl bei Théel und mir im Vergleiche zu Lampert erklärt sich daraus, dass Théel und ich eine grössere Anzahl von Arten als zweifelhafte und unsichere von der Zählung ausgeschlossen haben.

Trochostoma, *Ankyroderma*, dann aber auch bei manchen *Thyone*-Arten, z. B. *raphanus, poucheti* u. a. Immerhin gibt es einige Gattungen, welche sich durch eine besonders auffällige äussere Gestaltung sofort mit ziemlicher Sicherheit erkennen lassen, z. B. die flaschenförmige *Rhopalodina* oder die mit scharf begrenzter Kriechsohle versehene Gruppe der Gattungen *Psolus*, *Theelia*, *Psolidium*, oder die durch ihren Rückenanhang ausgezeichneten Gattungen *Peniagone* und *Psychropotes* oder die durch ihre starren, grossen Rückenpapillen auffallenden *Deima*- und *Colochirus*-Arten. Was endlich die Bedeutung der Körperform für die Unterscheidung der Arten angeht, so muss zwar schon der Vollständigkeit halber die Form des Körpers in die Beschreibung der Arten aufgenommen werden; sie kann aber nur in Verbindung mit anderen Merkmalen einigen diagnostischen Werth haben, wobei überdies beständig berücksichtigt werden muss, dass Contractionen und Deformationen durch Einwirkung der Conservirungsflüssigkeit die Gestalt des todten Thieres sehr abzuändern vermögen.

Die **Färbung** (s. S. 27—29) lässt sich nur in beschränktem Maasse für die Artenunterscheidung verwenden, da sie an den lebenden Thieren vielen Schwankungen unterworfen ist und an den conservirten oft nur mangelhaft oder gar nicht erhalten bleibt.

Da die **Kalkkörper der Haut** den Seewalzen fast ausnahmslos zukommen, scharf ausgeprägte mannigfaltige Formen (s. S. 35—55) zeigen und durch Behandlung eines Hautstückchens mit Kalilauge zu einem zierlichen mikroskopischen Präparate leicht zu verarbeiten sind, so erweisen sie sich schon dadurch als ein werthvolles Hülfsmittel für die Systematik. Man hat ihnen deshalb seit den Untersuchungen von Düben und Koren (53 u. 54) ganz allgemein und mit Recht eine nicht geringe Bedeutung für die Abgrenzung der Arten zugeschrieben. Diese Bedeutung wird dadurch nicht vermindert, dass sie bei den einzelnen Arten innerhalb engerer oder weiterer Grenzen Schwankungen in Form, Anordnung und Häufigkeit zeigen, welche in manchen Fällen*) zur Aufstellung von Varietäten Veranlassung gegeben haben oder noch geben könnten, dagegen in anderen Fällen lediglich den Altersverschiedenheiten der untersuchten Individuen entsprechen.**) Derartige Schwankungen haben nichts Ueberraschendes, sondern sind, wenigstens in Bezug auf die Form, fast selbstverständlich bei Gebilden, deren ausserordentliche Mannigfaltigkeit sich, wie wir früher (s. S. 55—58) sahen, aus einer einzigen Grundform und einem einzigen Wachsthumsgesetz dieser Grundform ableiten lassen.

Aber nicht nur für die Arten, sondern auch für manche Gattungen geben die Kalkkörper brauchbare Unterscheidungsmerkmale ab. So hat

---

*) Z. B. bei *Holothuria atra var. amboinensis* (Semp.) Théel, *Stichopus godeffroyi var. pygmaeus* Semp. und *var. b* Semp., *Cucumaria abyssorum var. grandis* Théel und *var. hyalina* Théel, *Cucumaria serrata var. intermedia* Théel und *marionensis* Théel, *Trochostoma albicans var. glabrum* Théel, *Chiridota rufescens var.* Semp., *Haplodactyla molpadioides var. pellucida* Semp. und *var. sinensis* Semp. u. a.

**) Z. B. bei *Cucumaria dubiosa* Semp.

schon Jäger (110) die Harttheile in der Haut der *Synapta*-Arten für die Diagnose dieser Gattung verwerthet und es sind auch jetzt noch vorwiegend die Gattungen der Synaptidenfamilie, welche auf Grund der Kalkkörper-Gestalt unterschieden werden: so ist der Gattung *Synapta* eine besondere, nur ihr allein zukommende Form der Anker und Ankerplatten eigen, während *Chiridota* und *Trochodota* durch die sechsspeichigen, bald gehäuften, bald vereinzelten Rädchen, dagegen *Trochoderma*, *Acanthotrochus* und *Myriotrochus* durch die mehr als sechsspeichigen, unter sich wieder in der Bedornung u. s. w. abweichenden Rädchen charakterisirt sind. Auch in anderen Familien finden sich einzelne Gattungen mit besonders auffälligen und ihnen mehr oder weniger ausschliesslich zukommenden Kalkkörpern, so z. B. *Stichopus* mit C-förmigen Kalkstäben, *Psolus* mit grossen, dem blossen Auge sofort erkennbaren Kalkplatten, *Ankyroderma* mit einer eigenen Art von Ankern, welche auf je einer aus spatelförmigen Stäben gebildeten Rosette stehen u. s. w. Trotzdem würde man eine undurchführbare Sache unternehmen und im besten Falle zu einem ganz gekünstelten Systeme gelangen, wollte man der Abgrenzung aller Holothurien-Gattungen lediglich die Kalkkörper zu Grunde legen. Noch weniger liesse sich auf dieses Merkmal allein eine natürliche Abgrenzung der Familien begründen. Dafür sind die verschiedenen Formen der Kalkkörper, selbst in ihren abweichendsten Gestalten, zu sehr durch Uebergänge in dieser und jener Richtung verknüpft. Immerhin treten gewisse Formen bei einzelnen Familien mit einer gewissen Vorliebe auf, was dafür sprechen dürfte, dass jene auf andere Merkmale als die Kalkkörper begründeten Familien einigermaassen natürliche Gruppen darstellen, in denen auch die Kalkkörper sich nach einem bestimmten Familientypus ausgebildet haben. So sind Anker und Rädchen den Synaptiden, vierarmige Kreuze den Elasipoden, Schnallen und Stühlchen den Aspidochiroten, glatte, bedornte oder knotige Gitterplättchen, Gitternäpfe und Gitterkugeln den Dendrochiroten, weinrothe Körperchen den Molpadiiden in hervorragendem Maasse eigenthümlich, ohne indessen bei allen Mitgliedern der betreffenden Familie oder ausschliesslich bei dieser Familie vorzukommen.

Die S. 142—143 besprochenen kalkigen **Analpapillen** (Afterzähne) haben nur in der Familie der Aspidochiroten die Bedeutung eines durchgreifenden Gattungsmerkmales erlangt, welches die Gattung *Mülleria* von allen anderen Mitgliedern der Familie scheidet. Bei den Dendrochiroten und Molpadiiden dagegen hat schon der Umstand, dass die Analpapillen trotz ihrer Häufigkeit (namentlich bei den Gattungen *Cucumaria*, *Thyone*, *Colochirus*, *Haplodactyla*, *Trochostoma*) oft sehr klein und deshalb schwer wahrnehmbar sind, ihre Benützung zur Abgrenzung der Gattungen verhindert; doch verdienen sie auch in diesen Familien beachtet zu werden, soweit es sich um die Unterscheidung der Arten handelt.

Das **Nervensystem** bietet der Systematik nur in den Sinnesorganen einiges Brauchbare, indem sich sowohl die knospenförmigen Sinnesorgane

an den Fühlern mancher Synaptiden (S. 73) als auch die Hörbläschen der Elpidiiden (S. 77) für die Unterscheidung der Arten verwenden lassen. Dagegen besitzen dieselben Hörbläschen bei den Synaptiden (S. 76) eine solche Gleichmässigkeit in Zahl, Bau und Anordnung, dass sie systematisch nur noch für die Charakteristik der ganzen Familie, nicht aber einzelner Gattungen oder Arten, von Bedeutung sind. Vermuthlich verhalten sich die Tastpapillen in der Haut der Synaptiden (S. 75) ebenso; doch gestatten darüber unsere jetzigen Kenntnisse noch kein bestimmtes Urtheil.

Bezüglich der **Muskulatur der Körperwand** liefert der ununterbrochene Verlauf der Quermuskelschicht (s. S. 61) ein ziemlich gutes, allerdings äusserlich und mit blossem Auge nicht wahrnehmbares Merkmal, an welchem sich die Familie der Synaptiden von allen anderen Seewalzen unterscheiden lässt. Weniger brauchbar für die Systematik sind die Längsmuskeln; denn wenn sie auch bei den Aspidochiroten in der Regel paarig sind (Ausnahme: *Pseudostichopus mollis* Théel), so gibt es doch auch Molpadiiden und Dendrochiroten mit paarigen Längsmuskeln und selbst bei Elasipoden und Synaptiden kommen Spuren davon vor. Im Grossen und Ganzen gilt allerdings für die Elasipoden und Synaptiden die Regel, dass die Längsmuskeln einfach sind. Das ungetheilte oder paarige Verhalten der Längsmuskeln für die Abgrenzung von Gattungen und Arten zu benutzen hat man meines Wissens noch nicht versucht. Für die Arten würde es sich wohl lohnen, genauer als bisher auf den Bau der Längsmuskeln zu achten. Für die Gattungen aber dürfte sich schon der Umstand hinderlich erweisen, dass die Längsmuskeln bei demselben Thiere in dem einen Theile ihres Verlaufes ungetheilt, in dem anderen paarig sein können, z. B. bei *Ankyroderma*- und *Trochostoma*-Arten.

Die **Rückziehmuskeln** (s. S. 90—91) bilden ein vortreffliches systematisches Kennzeichen der ganzen Familie der Dendrochiroten, welches nur dadurch etwas an Werth verliert, dass auch unter den Molpadiiden und Synaptiden in einzelnen Fällen Rückziehmuskeln auftreten. Bei den Molpadiiden ist der Besitz deutlicher Rückziehmuskeln ein besonderes Merkmal der Gattung *Molpadia*, während es bei den Synaptiden nach unseren bisherigen Kenntnissen den Eindruck macht, als sei das Vorkommen von mehr oder weniger deutlichen Rückziehmuskeln (bei einzelnen *Synapta*- und namentlich *Chiridota*-Arten) so sehr durch Uebergänge mit dem völligen Mangel derselben verknüpft, dass man sie nur für die Unterscheidung der Arten, nicht aber der Gattungen benützen kann.

Der **Kalkring** (S. 80—88) hat für die Systematik eine geringere Bedeutung als man nach der Mannigfaltigkeit seines Baues erwarten könnte. Es ist eigentlich nur die Familie der Elpidiiden, welche sich des ausschliesslichen Besitzes einer besonderen, durch den Mangel der Interradialstücke ausgezeichneten Form des Kalkringes erfreut. Eigenthümlichkeiten, welche bei anderen Familien in Zahl und Form der Kalkringstücke auftreten, sind entweder nicht bei allen Mitgliedern der betreffenden Familie

vorhanden oder kommen auch in anderen Familien vor; so verhält es sich z. B. mit der Vermehrung der Interradialstücke über die normale Fünfzahl bei den Synaptiden, mit der Durchbohrung der Radialstücke bei derselben Familie und bei manchen Molpadiiden, mit den vorderen Einschnitten der Radialstücke bei Dendrochiroten, Aspidochiroten und Molpadiiden, mit der Bildung von Gabelschwänzen bei Molpadiiden, Dendrochiroten und einzelnen Aspidochiroten u. s. w. Auch im Innern der Gattungen begegnen wir grossen Verschiedenheiten in der Gestaltung des Kalkringes; namentlich gilt das für die Gattungen der Dendrochiroten und hier wieder besonders für *Thyone, Phyllophorus, Orcula* und *Cucumaria,* ohne dass es bis jetzt gelungen wäre, mit Hülfe jener Verschiedenheiten diese z. Th. sehr artenreichen Gattungen in natürliche Untergattungen oder in eine Anzahl kleinerer Gattungen zu zerlegen.

Die **Fühler** (S. 92—98) sind sowohl in ihrer Zahl, Grösse, Anordnung und Form, als auch in ihrer Beziehung zu den Füsschen (S. 128) von systematischer Bedeutung. Aus den früheren Angaben über ihre Zahl (S. 92—94) geht hervor, dass sie in dieser Hinsicht für die Abgrenzung der meisten Gattungen und Arten recht gut verwendet werden können, dass es aber auch nicht wenige Gattungen und Arten gibt, deren Fühlerzahl gewissen Schwankungen unterliegt. Unter den Familien scheinen nur die Molpadiiden eine (abgesehen von seltenen individuellen Abweichungen) ganz constante Fühlerzahl (15) zu besitzen, doch soll auch hier wenigstens eine Art eine geringere Zahl aufweisen. In der Familie der Dendrochiroten hat Bell (14) die zehnfühlerigen Gattungen als Gruppe der *Decachirotae*, die mehr als zehnfühlerigen als *Polychirotae* bezeichnet, und in weiterer Ausführung dieser Sonderung hat dann Lampert (134) diesen Gruppen die Bedeutungen von Unterfamilien beigelegt. Mir scheint aber, dass dadurch die natürlichen Beziehungen der Dendrochiroten-Gattungen verwischt und in rein künstliche verkehrt werden, da die Gattung *Thcelia*, welche zu den *Polychirotae* zu stellen wäre, doch gewiss mit keiner anderen polychiroten Gattung so eng verwandt ist als mit der decachiroten Gattung *Psolus*. — Was den relativen Grössenunterschied der Fühler anbetrifft, so spielt derselbe (s. S. 94—95) nur in der Familie der Dendrochiroten eine Rolle für die Abgrenzung der Arten, ohne indessen für die Unterscheidung der sämmtlichen Gattungen der Familie ein durchgreifendes, mit anderen Unterschieden coincidirendes Merkmal darzubieten. Troschel (274) war allerdings anderer Ansicht, als er die Gattungen *Anaperus (= Thyone), Orcula* und *Colochirus* aufstellte. Die Kleinheit der beiden ventralen Fühler ist aber nicht, wie Troschel meinte, eine besondere Eigenthümlichkeit von *Anaperus* und *Colochirus*, sondern findet sich überhaupt bei allen zehnfühlerigen Dendrochiroten als eine sehr verbreitete, aber doch nicht ganz durchgreifende Erscheinung. Im Innern der Gattung *Cucumaria* gibt es Arten mit und ohne dieses Merkmal und dennoch musste Lampert (134), trotz aller Neigung die Gattung *Cucumaria* weiter zu zerlegen, darauf verzichten, gerade dieses Merkmal dazu

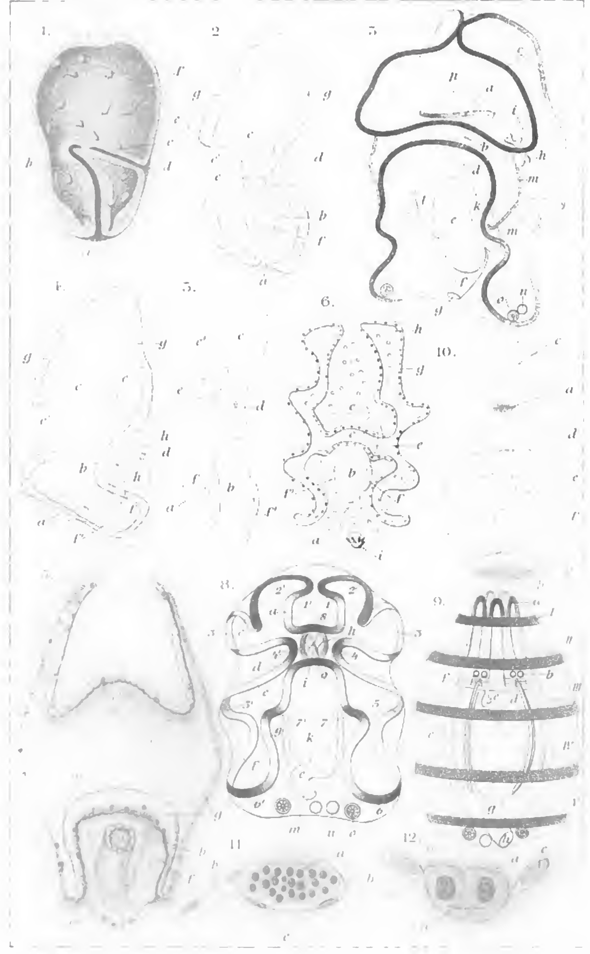
Erklärung von Tafel XIII.

Holothurioidea; Entwicklungsgeschichte.

Fig.

1. Längsschnitt durch eine ältere Gastrula von *Synapta digitata*; vergr.
   a Gastrulamund (= After der Larve), *b* Urdarm, *c* das vom Urdarm sich eben abschnürende Hydro-Enterocoel, *d* Rückenporus, *e* Gallertkern, *f* Mesenchymzellen.
2. Seitenansicht (schematisch) einer Auricularia von *Holothuria tubulosa*, 71 Stunden nach der Befruchtung; vergr.
   a After, *b* Mitteldarm, *c* Vorderdarm, *c'* Mund, *d* Rückenporus, *e* Hydrocoel, *f* Enterocoel, *g*, *g* Wimperschnur.
3. Auricularia der *Synapta digitata*, von unten und etwas von links; vergr.
   a adorale Wimperschnur, *b* deren in den Vorderdarm reichende Schlinge, *c* Wimperschnur, *d* Vorderdarm, *e* Mitteldarm, *f* Enddarm, *g* After, *h* Hydrocoel, *i* primärer Steinkanal, *k* linkes Enterocoel, *l* rechtes Enterocoel, *m* Nervenleisten, *n* Kalkkugel, *o* Kalkrädchen, *p* obere Begrenzung des Mundvorhofes.
4. Seitenansicht (schematisch) einer Auricularia von *Holothuria tubulosa*, 100 Stunden nach der Befruchtung (vergl. Fig. 7); vergr.
   a After, *b* Mitteldarm, *c* Vorderdarm, *c'* Mund, *d* Rückenporus, *e* Hydrocoel, *f* linkes Enterocoel, *f'* rechtes (eben erst von *f* abgeschnürtes) Enterocoel, *g*, *g* Wimperschnur, *h*, *h* Mesenchymzellen in der Umgebung des primären Steinkanals.
5. Darm, Hydro- und Enterocoel einer Auricularia von *Holothuria tubulosa*, 107 Stunden nach der Befruchtung; vergr.
   a After, *b* Mitteldarm, *c* Vorderdarm, *c'* Mund, *d* Rückenporus, *e* Hydrocoel, *f* linkes Enterocoel, *f'* rechtes Enterocoel.
6. Auricularia mit Kugeln; vergr.
   a After, *b* Mitteldarm, *c* Vorderdarm, *e* Hydrocoel, *f* linkes und *f'* rechtes Enterocoel, *g* Wimperschnur, *h* eine der elf Kugeln, *i* Kalkkörper.
7. Auricularia der *Holothuria tubulosa*, 100 Stunden nach der Befruchtung, von unten (vergl. Fig. 4); vergr.
   a After, *b* Mitteldarm, *c* Vorderdarm, *c'* Mund, *e* Hydrocoel, *f* linkes und *f'* rechtes Enterocoel, *g* Wimperschnur.
8. Uebergangsstadium der Auricularia von *Synapta digitata* in die tonnenförmige Larve, von unten; vergr.
   a, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* Unterbrechungen der Wimperschnur, 1—7, 1'—7', 8 und 9 die Stücke der Wimperschnur, von denen 1 und 2, 1' und 2' jetzt noch zusammenhängen (vergl. Fig. 24 auf S. 271);
   i ein in Bildung begriffener Fühler, *k* Mitteldarm, *l* Enddarm, *m* After, *n* Kalkkugel, *o* Kalkrädchen, *p* die in den Mundvorhof einsinkende Nervenleiste.
9. Tonnenförmiges Stadium der *Synapta digitata*, von unten; vergr.
   I—V die fünf Wimperreifen, *a* die fünf ersten Fühler, *b* Gehörbläschen, *c* Radialkanal, *d* Ringkanal, *e* Poli'sche Blase, *f* Kalkringstücke, *g* Enddarm, *h* After.
10. Tonnenförmiges Stadium von *Cucumaria planci*, von unten; $\frac{110}{1}$.
    a Mund, *b* After, *c* Kopfbuckel, *d—g* Wimperreifen.
11. Querschnitt durch die Wimperschnur der Auricularia von *Synapta digitata*; vergr.
    a Ektodermzellen der Wimperschnur, *b* abgeplattetes Epithel des Körpers, *c* Mesenchymzellen.
12. Querschnitt durch eine Nervenleiste der Auricularia von *Synapta digitata*; vergr. *a* Ektodermzellen (Nervenzellen) der Nervenleiste, *b* abgeplattetes Epithel des Körpers, *c* Mesenchymzellen, *d* Nervenfasern.

Fig. 1 nach Selenka (232); Fig. 2, 4, 5, 7 und 10 nach Selenka (231); Fig. 3, 8, 9, 11 und 12 nach Semon (237); Fig. 6 nach Joh. Müller (179).



Erklärung von Tafel XIV.

Holothurioidea; Entwicklungsgeschichte.

Fig.

1. Hydrocoel der Auricularia von *Synapta digitata*; vergr.
   a primärer Steinkanal, *b* Anlage des Ringkanals, *c* Anlage der fünf primären Stücke des Kalkringes, *I—V* die fünf primären Ausbuchtungen des Hydrocoels.

2—5. Vier aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien der Kalkringglieder bei *Synapta digitata*; vergr.

6. Hydrocoel einer etwas älteren Larve von *Synapta digitata*, ohne die Kalkring-Anlage; stärker vergr.
   a primärer Steinkanal, *a'* Rückenporus, *b* Anlage des Ringkanals, *I—V* die fünf primären, *1—6* die sechs secundären Ausbuchtungen des Hydrocoels.

7. Tonnenförmige Larve der Auricularia mit Kugeln, von der rechten Seite gesehen; vergr.
   I—V die fünf Wimperreifen: *a*, *a* zwei der elf Kugeln, *b* Kalkkugel, *c* die fünf ersten Fühler, *d* Ringkanal, *e* Anlage der Kalkringglieder, *f* Anlage des Madreporenköpfchens, *g* äusserer Abschnitt des primären Steinkanals, *h* Poli'sche Blase, *i* Radialkanal, *k* Füsschen, *l* Anlage eines Kalkkörperchens der Haut.

8. Mund und Vorderdarm einer Auricularia von *Synapta digitata*; vergr.
   a adorale Wimperschnur, *b* deren in den Vorderdarm reichende Schlinge, *c* Mundrand, *d* Mund, *e* vordere Begrenzung des Mundvorhofes, *f*, *f* Transversalstücke der Wimperschnur, *g* Vorderdarm.

9. Junge *Cucumaria planci*, von oben; vergr.
   a Fühler, *a'* ein eingezogener Fühler, *b*, *b* die beiden hinten ventral entspringenden Füsschen.

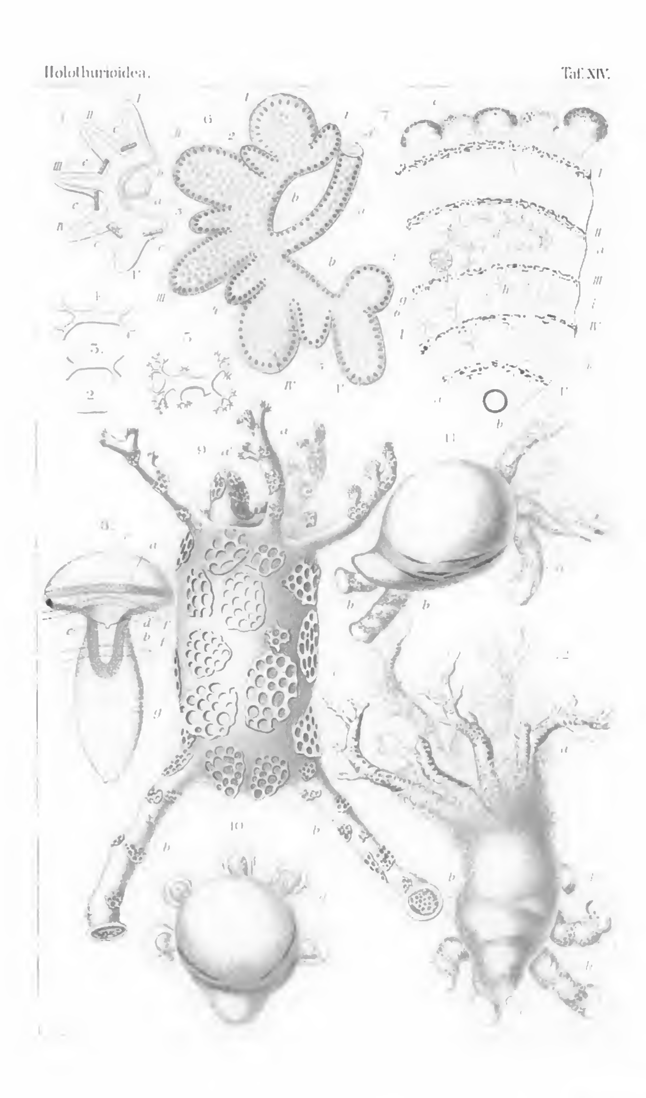
10—12. Drei Entwicklungsstadien der Jungen von *Holothuria tremula* (?); vergr.

10. Es sind erst fünf Fühler *a*, aber noch keine Füsschen vorhanden; Ansicht von oben.

11. Die fünf Fühler *a* haben sich weiter entwickelt, *b*, *b* zwei hinten ventral stehende Füsschen; Ansicht von der rechten Seite.

12. Es sind jetzt zehn Fühler *a* entwickelt und drei Paar Füsschen *b*; *c* Gegend der Afteröffnung; Ansicht von oben.

Fig. 1 nach Semon (236); Fig. 2—6 und 8 nach Semon (237); Fig. 7 nach Joh. Müller (181); Fig. 9 nach Selenka (231); Fig. 10—12 nach Danielssen und Koren (220).



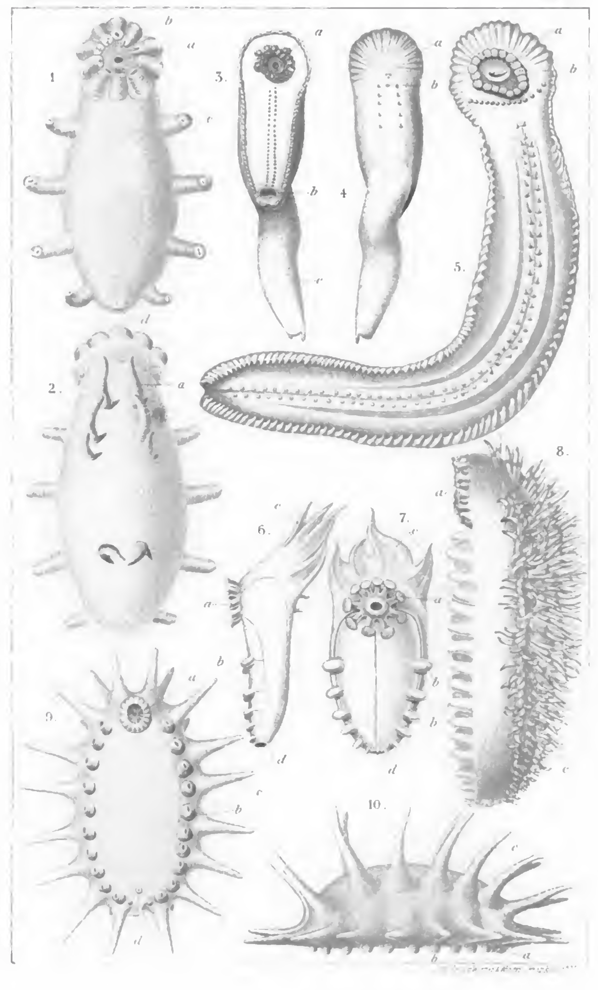
Erklärung von Tafel XV.

Holothurioidea; Elasipoda.

Fig.

1. *Elpidia glacialis* Théel von der Bauchseite; *a* Mund, *b* ein Fühler, *c* ein Füsschen, *d* After; $\frac{3}{1}$.
2. *Elpidia glacialis* Théel von der Rückenseite; *a* ein Rückenfortsatz; $\frac{3}{1}$.
3. *Psychropotes longicauda* Théel von der Bauchseite; *a* Mund, von den Fühlern umstellt, *b* After, *c* der grosse Rückenanhang; $\frac{1}{3}$.
4. *Psychropotes longicauda* Théel von der Rückenseite; *a* Oeffnungen des Steinkanals, *b* Geschlechtsöffnung, rechts und links davon je fünf kleine Rückenfortsätze; $\frac{1}{3}$.
5. *Benthodytes sanguinolenta* Théel von der Bauchseite; *a* Mund, *b* Fühler; $\frac{1}{2}$.
6. *Peniagone wyvillii* Théel von der linken Seite;
   a Fühlerkranz, *b* Füsschen, *c* der im Nacken stehende, getheilte, lappenförmige Rückenanhang, *d* After; $\frac{2}{3}$.
7. *Peniagone wyvillii* Théel von der Bauchseite;
   a Fühler, *b* Füsschen, *c* der im Nacken stehende, getheilte Rückenanhang, *d* After; $\frac{2}{3}$.
8. *Ilyodaemon maculatus* Théel von der linken Seite;
   a Fühler, *b* Füsschen, *c* Rückenanhänge; $\frac{2}{3}$.
9. *Deima validum* Théel von der Bauchseite;
   a Mund, von den Fühlern umstellt, *b* Füsschen, *c* Fortsätze an den seitlichen ventralen Radien, *d* After; $\frac{1}{3}$.
10. *Deima validum* Théel von der rechten Seite; *a* Fühlerkranz, *b* Füsschen, *c* Fortsätze an den dorsalen Radien; $\frac{1}{4}$.

Fig. 1 und 2 nach Théel (263); Fig. 3—10 nach Théel (266).


1
2.
3.
4
5.
6.
7.
8.
9.
10.

zu verwenden. Die mehr als zehnfühlerigen Gattungen besitzen in der Regel fünf oder noch mehr kleinere Fühler, welche meistens in ziemlich regelmässigem Wechsel zwischen die grösseren vertheilt sind; aber auch von dieser Regel gibt es Ausnahmen, welche eine einseitige systematische Benutzung derselben als unausführbar erscheinen lassen. — Auch die Anordnung der Fühler (S. 95) beschränkt sich in ihrer systematischen Bedeutung auf die Familie der Dendrochiroten, insofern es nur hier dazu kommt, dass ein Theil der Fühler einen inneren, zweiten Fühlerkranz bildet. Lampert (134) hat sich dadurch veranlasst gesehen, in seiner Unterfamilie der *Polychirotae* die beiden Gruppen der *Monocyclia*, mit einfachem Fühlerkranz, und der *Amphicyclia*, mit doppeltem Fühlerkranz, zu unterscheiden. Dem gegenüber habe ich (161a) zu zeigen versucht, dass auch diese Gruppenbildung nicht haltbar ist und dass sogar die beiden Gattungen *Phyllophorus* Grube und *Thyonidium* Düb. u. Kor., von denen jene von Lampert zu den *Amphicyclia*, diese aber zu den *Monocyclia* gestellt wird, in eine einzige Gattung *Phyllophorus* zu vereinigen sind. Im Innern dieser Gattung ist die Anordnung der Fühler nur für die Abgrenzung der Arten von Wichtigkeit. Ebenso verhält es sich mit der gleichfalls von Lampert zu den *Amphicyclia* gerechneten Gattung *Pseudocucumis (+ Amphicyclus)*, während die Zutheilung der Gattung *Actinocucumis* zu den *Amphicyclia* nur auf der noch ganz unsicheren Annahme beruht, dass auch sie einen inneren Fühlerkranz besitze. — Von viel grösserer Bedeutung ist die Form der Fühler (S. 97—98), welche sich, seitdem Lesueur und Grube (s. S. 304 u. 308) darauf hingewiesen, als ein Hülfsmittel für die Unterscheidung der Familien vortrefflich bewährt hat. Namentlich gilt das für die *Aspidochirotae* und *Dendrochirotae*, von denen jene durch ihre schildförmigen, diese durch ihre baumförmigen Fühler gekennzeichnet sind. Gefiederte (und gefingerte) Formen der Fühler finden sich nur bei den Synaptiden und Molpadiiden und führen durch die bei *Chiridota* auftretende peltato-digitate Ausbildung zur Gestalt der Aspidochirotenfühler hinüber. Noch mehr nähert sich die bei den Elasipoden vorherrschende Fühlerform derjenigen der Aspidochiroten, wenn auch ihre Endabstutzung fast niemals so kräftig und reich entwickelt ist, wie das bei den Aspidochiroten die Regel ist. Zur Unterscheidung der Gattungen und Arten im Inneren der einzelnen Familien erweisen sich die Fühlerformen besonders brauchbar bei den Molpadiiden und Synaptiden, da die Zahl ihrer Fiederäste (Nebenäste) bei jeder Art nur innerhalb enger Grenzen zu schwanken pflegt. Auch der Umstand, ob die Fiederäste durch eine Membran eine Strecke weit verbunden sind oder nicht, oder ob das Fühlerendstück zusammengeklappt und zurückgezogen werden kann, lässt sich in der Familie der Synaptiden mit Vortheil für die Abgrenzung der Arten benützen. — Die Verbindung der Fühlerkanäle mit den Centraltheilen des Wassergefässsystemes gestattet die Unterscheidung der beiden Ordnungen der *Actinopoda* und *Paractinopoda*. Bei jenen zweigen die sämmtlichen Fühlerkanäle (S. 120—123) in

vollständiger Homologie mit den Füsschenkanälen von den Radialkanälen ab, während bei den Paractinopoden nur ein Theil der Fühlerkanäle diese Beziehung festgehalten hat, die übrigen aber ihren Ursprung auf den Ringkanal verlagert haben.

Die **Fühlerampullen** (S. 123—125) lassen sich mit Vortheil für die Unterscheidung der Familien benutzen, da sie nur bei den Aspidochiroten und Molpadiiden in einer Weise ausgebildet sind, dass sie bei der Untersuchung sofort ins Auge fallen. Für diese systematische Verwendung der Fühlerampullen fällt es wenig ins Gewicht, dass sie in schwächerer Entwicklung auch bei den Synaptiden vorkommen und bei den Dendrochiroten (S. 244) wenigstens angedeutet sind.

Den **Füsschen und Ambulacralpapillen** (S. 99—111) ist, wie aus der geschichtlichen Darlegung (S. 303—315) erhellt, fast von Allen, welche sich mit der Systematik der Holothurien beschäftigt haben, eine hervorragende Bedeutung beigelegt worden. Von der allzu einseitigen Ausnutzung der Füsschen bei Brandt sind die späteren Forscher zwar zurückgekommen, aber noch in dem neuesten System von Théel und Lampert geht die ganze Eintheilung in erster Linie von dem Vorhandensein oder Fehlen der Füsschen und Ambulacralpapillen aus. Wenn man indessen erwägt, dass morphologisch betrachtet Fühler und Füsschen homologe Gebilde sind und demnach die nur mit Fühlern versehenen Formen keineswegs ohne Weiteres als füsschenlos bezeichnet werden können, und wenn man ferner berücksichtigt, dass durch die Aufstellung einer Ordnung der *Apoda* die Molpadiiden von den ihnen näher verwandten*) Dendrochiroten entfernt und dafür mit den ihnen viel weniger nahe stehenden Synaptiden vereinigt werden, so ergibt sich, dass an einer Ordnung der *Apoda* nicht länger festgehalten werden kann. Unterscheidet man die Füsschen, d. h. die äusseren Wassergefässanhänge überhaupt, als Körperfüsschen und Fühlerfüsschen, so bleibt die Abwesenheit von Körperfüsschen immerhin ein sehr wichtiges Familienmerkmal, durch welches sich die Synaptiden und Molpadiiden von den übrigen Familien sondern. Im Inneren der mit Fühler- und Körperfüsschen ausgestatteten Aspidochiroten, Dendrochiroten und Elasipoden werden dann die Füsschen weiterhin von grosser Wichtigkeit für die Unterscheidung der Gattungen und Arten; ihre Form und ihre Anordnung, zum Theil auch ihre Zahl werden dafür benutzt. Man wird aber auch hier die Einseitigkeit vermeiden müssen, in diesen Gesichtspunkten allein ein durchgreifendes Mittel für die Begrenzung der Gattungen und Arten zu erblicken. Auch die von den Füsschen genommenen Merkmale müssen für das System soweit als möglich in Combination mit anderen Merkmalen verwendet werden, wenn sich nicht solch unnatürliche Gruppirungen ergeben sollen, wie sie z. B. Semper und Théel in der Familie der

---

*) Vergl. meine Abhandlung über *Ankyroderma musculus* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 51, 1891, pag. 591 u. f.

Dendrochiroten vorgenommen haben. Sie zerlegen dieselbe nach der Anordnung der Füsschen in die drei Unterfamilien der *Stichopoda, Gastropoda* und *Sporadipoda* und reissen dadurch Gattungen von so unzweifelhaft naher Verwandtschaft, wie *Phyllophorus* und *Pseudocucumis*, *Cucumaria* und *Thyone* weit auseinander. Bei den Aspidochiroten erschwert die Unmöglichkeit einer scharfen Abgrenzung der typisch ausgebildeten Füsschen von den Ambulacralpapillen die Benutzung der Füsschenform für das System. Ob man so weit gehen kann auch die Zahl der Füsschen wenigstens in der Gruppe der Elpidiiden mit Théel als eine für die Art constante zu betrachten, scheint mir zweifelhaft und jedenfalls der sicheren Feststellung durch weitere Untersuchungen noch bedürftig.

Der **Steinkanal** (S. 129—136) kann hinsichtlich seiner Gestalt, Grösse und Farbe allenfalls für die Unterscheidung einzelner Arten benutzt werden und selbst das nur in beschränktem Maasse, da auch bei derselben Art in den genannten Verhältnissen des Steinkanals mancherlei Schwankungen vorkommen. Der Umstand dagegen, ob der Steinkanal in einfacher oder mehrfacher Zahl auftritt, hat insofern wenigstens eine grössere systematische Bedeutung, als wir bis jetzt weder bei den Molpadiiden noch bei den Elasipoden einen mehrfachen Steinkanal kennen. Bei den übrigen Familien finden sich Arten mit einfachem und Arten mit mehrfachem Steinkanale in derselben Gattung, und auch bei Arten, welche überhaupt mehr als einen Steinkanal besitzen können, schwankt die Zahl derselben wieder in oft recht weiten Grenzen; daraus ergibt sich, dass selbst für die Artabgrenzung die Vermehrung und Zahl der Steinkanäle nur in Verbindung mit anderen unterscheidenden Merkmalen verwendet werden kann. Die nur bei einem Theile der Elasipoden gegebene Eigenthümlichkeit, dass der Steinkanal an seiner primären offenen Verbindung mit der Aussenwelt dauernd festhält, lässt sich ebenfalls kaum als Gattungsmerkmal gebrauchen; wenigstens gibt es unter den bis jetzt unterschiedenen Elasipoden-Gattungen nur die eine *Kolga,* welche auf dieses Merkmal hin von der nächstverwandten *Irpa* gesondert worden ist. Der feinere Bau des Madreporenabschnittes scheint nur für die Begrenzung einer einzigen Familie, nämlich der Aspidochiroten, in dem hier auftretenden Sammelraume (S. 136) ein systematisches Hülfsmittel darzubieten, sonst aber, bei den übrigen Familien, nur für die Unterscheidung der Gattungen und insbesondere der Arten von einigem Belang zu sein.

Die **Poli'sche Blase** gestattet eine systematische Verwendung nur in sehr geringem Maasse. Man kann allenfalls den Umstand, dass wir bis jetzt bei den Molpadiiden, Psychropotiden und Deimatiden noch keinen einzigen Fall kennen, in welchem mehr als eine Poli'sche Blase vorhanden wäre, in die Charakteristik dieser Familien bez. Unterfamilien aufnehmen, muss aber bei den schwankenden Zahlverhältnissen (S. 114—116), in welchen die Poli'sche Blase bei den übrigen Holothurien auftritt, gewärtig sein, dass über kurz oder lang auch in jenen Gruppen Fälle von Ver-

mehrung der Poli'schen Blase bekannt werden. Selbst für die Unterscheidung der Arten ist die Ein- oder Mehrzahl der Poli'schen Blase nur ein höchst unsicheres Merkmal.

Die **Geschlechtsorgane** (S. 180—193) geben uns für die Unterscheidung der Familien keinerlei durchgreifende Merkmale an die Hand. Es konnte allerdings eine Zeit lang scheinen, dass die Synaptiden und Molpadiiden sich durch zwitterige Beschaffenheit ihrer Genitalschläuche von allen anderen Holothurien trennen. Ich habe aber weiter oben (S. 180—183) des Näheren gezeigt, dass dem nicht so ist, dass vielmehr die behauptete Zwitterigkeit bei den Molpadiiden noch in keinem einzigen Falle genügend festgestellt ist, während sie bei den Synaptiden nicht der ganzen Familie, sondern nur einer Anzahl Arten und vielleicht zwei ganzen Gattungen (*Synapta* und *Anapta*) zukommt. Auch die Lage der äusseren Geschlechtsöffnung (s. S. 183—185) lässt sich lediglich zur Unterscheidung der Arten verwenden, wenn auch im Grossen und Ganzen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, die Regel zutrifft, dass sie bei den Dendrochiroten zwischen oder nach innen von den Fühlern, bei den übrigen Familien aber ausserhalb des Fühlerkranzes liegt. Das Vorkommen einer Genitalpapille ist ebenfalls nur als Artmerkmal oder gar nur als Geschlechtsunterschied zu verwerthen, und ähnlich sieht es mit der freilich nur von einzelnen Elpidiiden und Deimatiden bekannten Vermehrung der Geschlechtsöffnungen aus, welche bald eine rein individuelle, bald eine specifische Eigenthümlichkeit zu sein scheint. Weiterhin sind auch die Länge des Genitalganges, die Entfernung der Geschlechtsbasis vom vorderen Körperende, die Grösse, Farbe, Form und Zahl der Genitalschläuche, soweit sie nicht vom Alter und vom geschlechtlichen Entwicklungszustand der Individuen beeinflusst sind, nur für die Unterscheidung der Arten von Wichtigkeit. Dagegen wird der Umstand, ob die Genitalschläuche entweder wie gewöhnlich ein rechtes und ein linkes oder aber nur ein linkes Büschel bilden, in der Familie der Aspidochiroten zu einem Unterscheidungsmerkmal der Gattungen *Stichopus*, *Pseudostichopus* und *Paelopatides* von den Gattungen *Mülleria*, *Holothuria* und *Labidodemas*. Bei anderen Familien kommt die Beschränkung der Genitalschläuche auf die linke Körperhälfte nur noch bei den Elpidiiden vor, sinkt aber hier zur Bedeutung eines Artmerkmales herab.

Die **Verdauungsorgane** (S. 137—164) haben im Grossen und Ganzen keine besondere Bedeutung für das Holothuriensystem, denn sie liefern nur in wenigen Fällen Merkmale, welche sich für eine schärfere Scheidung der systematischen Gruppen benutzen lassen. Die Lage des Mundes kann bei manchen Familien und Gattungen in deren Diagnose als ein Hülfsmaterial aufgenommen werden, welches ihnen allerdings nicht ausschliesslich zukommt, so z. B. die endständige Lage desselben bei den Synaptiden und Molpadiiden, seine bauchständige Lage bei den Psychropotiden, seine rückenständige Lage bei den Gattungen *Psolus*, *Psolidium*, *Thelia*, *Colochirus*. In ähnlicher Weise wird die Lage des Afters manchmal zu einem

Hülfsmittel der Unterscheidung, so z. B. seine endständige Lage bei den Synaptiden und Molpadiiden, seine dorsale bei *Psolus*, seine ventrale bei *Oneirophanta*, *Deima*, sein Heranrücken an den Mund bei *Rhopalodina*. Nicht ohne systematischen Werth sind auch die Oralklappen und Pseudoralklappen (S. 140) mancher Dendrochiroten, sowie die schon S. 318 berührten Analpapillen.

In den **Kiemenbäumen** (S. 165—173) sieht man seit Jäger (110) und Brandt (33) mit Recht ein für die Systematik der Holothurien sehr wichtiges Organ. Der Mangel desselben trennt die Synaptiden und Elasipoden von den damit ausgestatteten Molpadiiden, Dendrochiroten und Aspidochiroten. Da sich aber bei den Elasipoden wenigstens ein Rudiment (S. 166) der Kiemenbäume erhalten hat und da ferner die Synaptiden sich in anderen nicht minder wichtigen Punkten sehr wesentlich von den Elasipoden unterscheiden, so erscheint es als eine Ueberschätzung und allzu einseitige Verwerthung der Kiemenbäume, wenn man ihretwegen die ganze Klasse der Holothurien in zwei Ordnungen: *Apneumona* und *Pneumonophora*, eintheilt. Die relative Grösse der Kiemenbäume, sowie ihre Formverhältnisse lassen sich nur für die Unterscheidung der Arten benutzen und auch ihr Verhalten zu den Blutgefässen gibt kein vollständig durchgreifendes Gattungs- oder Familien-Merkmal ab, wenn auch im Allgemeinen die Regel zutrifft, dass eine innige Umspinnung des linken Kiemenbaumes durch Wundernetzgefässe eine Eigenthümlichkeit der Aspidochiroten ist.

Die **Cuvier'schen Organe** (S. 173—180) haben wegen ihres sporadischen Vorkommens nur für die Species-Unterscheidung einigen systematischen Werth und selbst bei derselben Art scheint ihr Vorkommen nicht einmal in allen Fällen constant zu sein.

Die **Wimperorgane** (S. 223—229) sind ein besonderes und ganz ausschliessliches Merkmal der Synaptiden, innerhalb deren ihre Form, Grösse und Anordnung für die Unterscheidung der Arten benutzt werden kann.

Das **Blutgefässsystem** gestattet eine Verwendung für die Systematik nur insoweit, als es bei den Aspidochiroten mächtiger entwickelt ist als bei den übrigen Familien und insbesondere die Wundernetzgefässe des Darmblutgefässsystemes bei der genannten Familie in der Regel den linken Kiemenbaum dicht umspinnen.

III. Das System.

Vorbemerkung. In der folgenden systematischen Zusammenstellung aller bis jetzt bekannten lebenden Holothurien ist bei jeder Gattung die für die Kenntniss der Gattung und ihrer Arten wichtigste Literatur, alphabetisch geordnet nach den Namen der Autoren, angeführt; ferner sind die Synonyma der Familien und Gattungen in chronologischer Ordnung angegeben. Jeder Familie oder Unterfamilie geht eine Ueber-

sicht der Gattungen voraus, welche als Schlüssel zum Bestimmen benutzt werden kann. Die alphabetisch geordnete Aufzählung der Arten einer jeden Gattung ist nicht etwa ein Abklatsch aus einem der vorhandenen Artverzeichnisse, sondern beruht auf einer ungemein zeitraubenden, mühevollen Revision, welche mir nur durch die vieljährige, extensive und intensive Beschäftigung mit dem Gegenstande möglich war und sich, mit Ausnahme der Elasipoden, bei der Mehrzahl der Arten auf eigene Anschauung stützt; sie darf also eine selbstständige Bedeutung beanspruchen. Synonyme, Varietäten, unsichere oder mir wenigstens als solche erscheinende Arten sind ganz weggelassen; ihretwegen, sowie wegen der Beschreibung der angeführten Arten muss auf die bei jeder Gattung angeführte Literatur und auf das vortreffliche Théel'sche Werk (266, 267) verwiesen werden. Auch die Angaben über die horizontale und vertikale Verbreitung einer jeden Gattung sind durch eine eigens dazu von mir angestellte kartographische Zusammenstellung aller bekannten Fundorte neu gewonnen worden.

Classis Holothurioidea.

- Alle äusseren Wassergefässanhänge entspringen von den Radialkanälen und treten im Umkreis des Mundes als Fühler, auf dem übrigen Körper als Füsschen (und Papillen) auf: I. Ordnung. ***Actinopoda.***
  - es sind Fühler u. Füsschen zur Ausbildung gelangt;
    - Fühler mehr oder weniger schildförmig; keine Rückziehmuskeln;
      - Fühlerampullen wohl entwickelt; Kiemenbäume vorhanden . . . . 1. Fam. *Aspidochirotae.*
      - keine Fühlerampullen; keine Kiemenbäume . . . . . 2. Fam. *Elasipoda.*
        - Füsschen u. Rückenpapillen klein, jene in der Regel in allen drei ventralen Radien . . . . . . 1. Subfam. *Psychropotidae.*
        - Füsschen und Rückenpapillen gross, jene in der Regel nur auf den beiden seitlichen ventralen Radien;
          - Rückenpapillen zahlreich; Kalkring 10gliedrig 2. Subfam. *Deimatidae.*
          - Rückenpapillen gering an Zahl; Kalkring nur aus den fünf Radialstücken gebildet . . . 3. Subfam. *Elpidiidae.*
    - Fühler baumförmig; Rückziehmuskeln wohlentwickelt; Kiemenbäume vorhanden; Fühlerampullen nicht deutlich . . . . 3. Fam. *Dendrochirotae.*
  - es sind nur Fühler, aber keine Füsschen zur Ausbildung gelangt; Fühler schlauchförmig oder gefingert; Fühlerampullen wohl entwickelt; Kiemenbäume vorhanden . . . 4. Fam. *Molpadiidae.*
- Die äusseren Wassergefässanhänge entspringen nur zum Theil von den Radialkanälen, zum anderen Theil aber vom Ringkanal und treten nur in Gestalt von Fühlern im Umkreis des Mundes auf: II. Ordnung. ***Paractinopoda.***
  - Fühler fiederförmig, ohne deutliche Ampullen; keine Kiemenbäume; mit Wimpertrichtern an der Wand der Leibeshöhle . . . . 5. Fam. *Synaptidae.*

Uebersicht der Zahl der Gattungen und Arten (Dezember 1890).

	Gattungen		Arten	
1. *Aspidochirotae*	6		158	
2. *Elasipoda*	19		61	
a. *Psychropotidae*		4		17
b. *Deimatidae*		6		12
c. *Elpidiidae*		9		32
3. *Dendrochirotae*	11		181	
4. *Molpadiidae*	6		32	
5. *Synaptidae*	7		81	
Zusammen	49		513	

I. Ordnung. *Actinopoda* Ludwig 1891.

Alle äusseren Anhänge des Wassergefässsystemes entspringen von den Radialkanälen und treten im Umkreis des Mundes als Fühler, auf dem übrigen Körper als Füsschen (und Ambulacralpapillen) auf; während Fühler stets vorhanden sind, können dem Körper die Füsschen (und Papillen) ganz fehlen.

1. Familie. *Aspidochirotae* Grube 1840.
(ἀσπίς Schild, χείρ Hand, Arm.)

Füsschen (und Ambulacralpapillen) vorhanden. Mund oft mehr oder weniger bauchständig. Körper seltener drehrund, meistens mit deutlicher Abflachung der Bauchseite. 18—30 (in den meisten Fällen 20) schildförmige Fühler; die Fühlerkanäle entspringen von den Radialkanälen; Fühlerampullen wohl entwickelt. Kalkring aus 5 Radial- und 5 Interradialstücken gebildet, von denen jene gewöhnlich vorn einen Einschnitt besitzen. Gehörbläschen fehlen. Steinkanal oft zahlreich und stets in seinem Madreporenabschnitt complicirter gebaut als bei den übrigen Familien. Längsmuskeln der Körperwand in der Regel zweitheilig; Rückziehmuskeln fehlen; Quermuskulatur in den Radien unterbrochen. Kiemenbäume vorhanden, kräftig ausgebildet, der linke von den Wundernetzgefässen des Darmblutgefässsystemes umsponnen. Cuvier'sche Organe häufig vorhanden. Die Geschlechtsschläuche oft nur in der linken Körperhälfte entwickelt. Kalkkörper der Haut vorzugsweise in Form von Stühlchen und Schnallen.

6 Gattungen mit 158 Arten.

Die Aspidochiroten gehören ganz vorwiegend dem indopacifischen Gebiete an. Allein von den beiden Hauptgattungen *Holothuria* und *Stichopus*, welche zusammen 137 Arten umfassen, finden sich mehr als

zwei Drittel der Arten in diesen Gegenden, ebenso leben daselbst die allermeisten *Mülleria*- und sämmtliche *Labidodemas*-Arten. Während in den warmen Meeren zahlreiche Aspidochiroten vorkommen, nimmt ihre Artenzahl nach den Polen zu rasch ab. Fast alle sind Küstenbewohner; nur wenige (4 *Holothuria*-Arten, 5 *Stichopus*-Arten, die 4 Arten der Gattung *Paelopatides* und die beiden Arten der Gattung *Pseudostichopus*) leben unterhalb der 150 Faden-Linie.

Uebersicht der sechs Gattungen der Aspidochiroten.

After mit Kalkzähnen; Genitalschläuche nur in einem Büschel; Ambulacralanhänge in Form von Rückenpapillen und Bauchfüsschen			. . . . .	1. *Mülleria.*
After ohne Kalkzähne;	Genitalschläuche nur in einem Büschel;	Ambulacralanhänge über den ganzen Körper vertheilt und meistens ohne Reihenstellung, seltener auf dem Bauche in Längsstreifen	. . . . . .	2. *Holothuria.*
		Ambulacralanhänge nur auf den Radien und zwar in zweizeiliger Anordnung	. . . .	3. *Labidodemas.*
	Genitalschläuche in zwei Büscheln;	Ambulacralanhänge nur (?) in Form von Füsschen; After in einer senkrechten Furche	. . . . . .	4. *Pseudostichopus.*
		Ambulacralanhänge in Form von Füsschen und Papillen; After ohne jede Auszeichnung;	Körper abgerundet vierkantig; Füsschen auf den drei ventralen Radien meistens in Längsstreifen; Rückenpapillen auf warzenförmigen Erhebungen .	5. *Stichopus.*
			Körper niedergedrückt, mit Randsaum; Füsschen nur im mittleren und hinteren Theile des mittleren ventralen Radius	6. *Paelopatides.*

1. *Mülleria*)* Jäger 1833.

(+ *Microthele* Brandt 1835.
= *Actinopyga* Bronn 1860.)

20 oder (seltener) mehr als 20 Fühler; mit abgeflachter Bauch- und gewölbter Rückenseite, jene mit zahlreichen Füsschen, diese mit mehr oder weniger dicht gestellten Papillen; die Füsschen lassen mitunter eine Anordnung in Längsstreifen erkennen; in der Haut keine C-förmigen Kalkkörper; Genitalschläuche in einem (linken) Büschel; After von fünf Kalkzähnen umstellt.

Literatur: **Bell** (22, 23, 24); **Brandt** (33); **Jäger** (110); **Lampert** (134); **Ludwig** (147, 152, 154, 156, 157, 160, 161a, 161b); **Haacke** (174); **Quoy** und **Gaimard** (211); **Selenka** (229, 230); **Semper** (238, 239); **Théel** (267); **Verrill** (277).

*) Wenn Bell an Stelle dieses vollständig eingebürgerten Namens erst (23) den Namen *Jägeria*, dann (24) den von Bronn vorgeschlagenen Namen *Actinopyga* eingeführt wissen will, weil damals, als Jäger die Gattung *Mülleria* aufstellte, dieser Name schon zehn Jahre lang durch Férussac an eine Muschelgattung vergeben war, so möchte ich ihm darin nicht folgen, da eine Verwechselung mit jener seltenen südamerikanischen Süsswassermuschel wohl kaum zu besorgen ist.

12 Arten: *agassizii* Sel., *echinites* Jäg., *excellens* Ludw., *flavo-castanea* Théel, *formosa* Sel., *hadra* Sel., *lecanora* Jäg., *maculata* (Br.), *mauritiana* (Quoy und Gaim.), *miliaris* (Quoy und Gaim.), *obesa* Sel., *parvula* Sel.

Nur die beiden Arten *mauritiana* und *agassizii* haben mehr als 20 (25—27) Fühler.

In ihrem Vorkommen ist diese Gattung fast ganz auf den Tropengürtel beschränkt und hier wieder besonders charakteristisch (10 Arten) für das indopacifische Gebiet (Rothes Meer, Ostafrika, Ceylon, ostindische Inseln, Philippinen, Südsee-Inseln); nur zwei Arten (*agassizii* und *flavo-castanea*) gehören ausschliesslich dem atlantischen Gebiete an. Eine Art (*flavo-castanea*) ist nur subtropisch (Madeira) bekannt, während mehrere andere (*agassizii, lecanora, maculata, mauritiana, parvula*) aus dem Tropengebiete in angrenzende subtropische Bezirke ein wenig hineinreichen. Alle Arten scheinen echte Küstenbewohner zu sein, die nur in ganz geringe Tiefen (einige Faden) herabsteigen.

2. *Holothuria* Linné 1758 (XVII, 2, 3).
(+ *Bohadschia* Jäger 1833 + *Trepang* Jäger 1833 partim + *Sporadipus* Brandt 1835 + *Cystipus* Haacke 1880).

20 oder (seltener) mehr als 20 Fühler; Bauchfläche nicht immer deutlich; die über den ganzen Körper vertheilten Ambulacralanhänge sind entweder nur Füsschen oder nur Papillen oder auf dem Bauche Füsschen und auf dem Rücken Papillen; nur selten sind die Füsschen auf dem Bauche in Längsstreifen geordnet; in der Haut keine C-förmigen Kalkkörper; Genitalschläuche in einem (linken) Büschel; After ohne Kalkzähne, aber manchmal fünfstrahlig.

Literatur: **Bell** (19, 20, 21, 22); **Brandt** (33); **Delle Chiaje** (38, 39); **Düben** und **Koren** (54); **Forskal** (65); **Gmelin** (69); **Grube** (81, 85); **Gunner** (89); **Heller** (96); **Jäger** (110); **Lampert** (134 und *); **Lesson** (138); **Ludwig** (147, 149, 154, 156, 157, 160, 161a, 161b); **v. Marenzeller** (164, 165); **O. F. Müller** (188); **Pourtales** (207); **Quoy** und **Gaimard** (211); **Sars** (221); **Semper** (238, 239); **Selenka** (229, 230); **Sluiter** (242 und **); **Théel** (267, 268).

109 Arten: *aculeata* Semp., *africana* Théel, *albiventer* Semp., *anapinusa* Lamp., *aphanes* Lamp., *argus* (Jäg.), *atra* Jäg., *bowensis* Ludw., *caesarea* Ludw., *captiva* Ludw., *chilensis* Semp., *cinerascens* (Br.), *clemens* Ludw., *coluber* Semp., *cubana* Ludw., *curiosa* Ludw., *decorata* v. Marenz., *dietrichii* Ludw., *difficilis* Semp., *discrepans* Semp., *edulis* Less., *enalia* Lamp., *farcimen* Sel., *flavo-maculata* Semp., *forskalii* Delle Chiaje, *fusco-cinerea* Jäg., *fusco-punctata* Jäg., *fusco-rubra* Théel, *gracilis* Semp., *gräffei* Semp., *grisea* Sel., *helleri* v. Marenz., *humilis* Sel., *imitans* Ludw., *immobilis* Semp., *impatiens* (Forsk. (XVII, 2), *inermis* Bell, *inhabilis* Sel., *inornata* Semp., *intestinalis* Ascan., *kapiolaniae* Bell, *klunzingeri* Lamp., *köllikeri* Semp., *kubaryi* Ludw., *kurti* Ludw.***), *lactea* Théel, *lagoena*

*) Zoolog. Jahrb. IV. 1889.

**) Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. XLIX. Batavia 1889.

***) = *lamperti* Sluit. Sluiter hat bei der Namengebung seiner *H. lamperti* im Jahre 1889 (Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, XLIX, Batavia) übersehen, dass ich bereits drei Jahre früher denselben Speciesnamen an eine ganz andere Holothurienart vergeben habe (160). Es muss also die Sluiter'sche Art wohl oder übel umgetauft werden. Um sie aber dem Forscher, dessen Namen ihr Sluiter gegeben, nicht zu entziehen, möge sie nach dessen Vornamen *H. kurti* heissen.

Haacke, *lamperti* Ludw., *languens* Sel., *lubrica* Sel., *ludwigii* Lamp., *macleari* Bell, *maculata* (Br.), *magellani* Ludw., *mammata* Grube, *marenzelleri* Ludw., *marmorata* (Jäg.), *martensii* Semp., *mexicana* Ludw., *minax* Théel, *modesta* Ludw., *moebii* Ludw., *monacaria* (Less.), *murrayi* Théel, *notabilis* Ludw., *occidentalis* Ludw.. *ocellata* Jäg., *olivacea* Ludw., *ondaatjei* Bell, *oxurropa* Sluit., *papillata* Bell, *paradoxa* Sel., *pardalis* Sel., *pertinax* Ludw., *pervicax* Sel., *pleuripus* (Haacke), *poli* Delle Chiaje, *princeps* Sel., *pulla* Sel., *pyxis* Sel., *pyxoides* Ludw., *remollescens* Lamp., *rigida* (Sel.), *rugosa* Ludw., *saecularis* Bell, *samoana* Ludw., *sanctori* Delle Chiaje, *scabra* Jäg., *signata* Ludw., *similis* Semp., *sluiteri* Ludw., *spinifera* Théel, *squamifera* Semp., *stellati* Delle Chiaje, *strigosa* Sel., *subditiva* Sel., *sulcata* Ludw., *tenuissima* Semp., *thomsoni* Théel, *tremula* Gunn., *truncata* Lamp., *tubulosa* Gmel. (XVII, 3), *unicolor* Sel., *vagabunda* Sel., *verrilli* Théel, *verrucosa* Sel., *victoriae* Bell, *vitiensis* Semp., *whitmaei* Bell.

Diese artenreichste aller Holothuriengattungen ist fast über alle Meere verbreitet, bevorzugt aber in auffallendem Maasse die Küsten der heissen Zone. Jenseits der Wendekreise nimmt ihre Artenzahl rasch ab und in den kälteren Gebieten der gemässigten Zonen, sowie an arktischen und antarktischen Küsten begegnen wir nur den drei Arten: *intestinalis, tremula* (beide nordatlantisch) und *magellani* (in der Magellansstrasse). Zu diesen wenigen küstenbewohnenden Kaltwasserformen gesellt sich vielleicht auch noch *pardalis*, da sie ihren Verbreitungsbezirk aus den Tropen angeblich bis zu den Falkland-Inseln ausdehnt. Dazu kommen, ebenfalls als Kaltwasser-Arten, die vier nachher zu erwähnenden Tiefsee-Bewohner. Alle übrigen Arten sind Warmwasser-Formen, welche ihre Heimath in den Tropen und den angrenzenden subtropischen Regionen haben. Rund drei Viertel derselben gehören dem indopacifischen Meeresgebiete an, wo sie sich namentlich in der ostindischen Inselwelt und an den Südsee-Inseln allenthalben und in reicher Mannigfaltigkeit vorfinden; das übrige Viertel der Arten bewohnt das atlantische Gebiet und hier wieder in besonderer Bevorzugung den westindischen Bezirk. Nicht weniger als sechs Arten *(atra, imitans, impatiens, lubrica, maculata, rigida)* dehnen ihren Wohnsitz rings um die Erde aus, indem sie sowohl im atlantischen als im indopacifischen Gebiete vorkommen; zwei andere *(languens, subditiva)* sind wenigstens westlich und östlich von Centralamerika gefunden worden. Von der Regel, dass die Arten dieser Gattung echte Küstenbewohner sind, welche nur selten bis zu 50 Faden herabsteigen, machen nur vier Arten eine Ausnahme, indem sie in mehr als 150 Faden bis zu 2900 Faden leben *(lactea, murrayi, verrilli, thomsoni)*.

3. *Labidodemas* Selenka 1867.

(λαβίς Griffel, Stummel, δέμας Gestalt.)

20 Fühler; Bauchfläche undeutlich; Ambulacralanhänge (in der Regel Füsschen) nur auf den Radien und hier in zweizeiligen Reihen geordnet; in der Haut sind C-förmige Kalkkörper vorhanden oder fehlen; Genitalschläuche in einem (linken) Büschel; After ohne Kalkzähne.

Literatur: **Lampert** (134); **Ludwig** (147); **Selenka** (229); **Semper** (238); **Théel** (267).

3 Arten: *dubiosum* Ludw., *selenkianum* Semp., *semperianum* Sel.

Die Gattung ist nur von den Küsten einiger tropischen Südsee-Inseln bekannt.

4. *Pseudostichopus* Théel 1886.

20 (oder 19) Fühler; Ambulacralanhänge nur (?) in Form von Füsschen, welche an der Bauchseite nicht in der für *Stichopus* kennzeichnenden Weise in drei Längstreifen stehen; Genitalschläuche in zwei Büscheln (einem rechten und einem linken); After in einer senkrechten Furche, ohne Kalkzähne; Kalkkörper der Haut unbekannt.

Literatur: **Théel** (267).

2 Arten: *mollis* Théel, *villosus* Théel.

Die Abgrenzung dieser Gattung leidet an einer gewissen Unsicherheit, da die wenigen hierhin gehörigen Arten noch zu ungenügend bekannt sind.

Besonders (aber nicht ausschliesslich) im südlichen und antarktischen Theile des atlantischen, indischen und stillen Oceans, in Tiefen von 50—2900 Faden, meistens auf Schlamm- oder Schlickboden.

5. *Stichopus* Brandt 1835 (XVII, 1).

(στιχος Reihe, πούς Fuss.)

(+ *Trepang* Jäg. 1833 partim + *Diploperideris*, *Perideris*, *Thelenota* Brandt 1835.)

20 (seltener weniger: 19, 18) Fühler; Körper abgerundet vierkantig, mit flacher Bauchseite, auf welcher Füsschen meistens in drei deutlichen Längsstreifen stehen; auf dem Rücken Papillen, welche von walzenförmigen Erhebungen getragen werden und häufig in Längsreihen angeordnet sind; in der Haut sind C-förmige Kalkkörper oft vorhanden; Genitalschläuche in zwei Büscheln (einem rechten und einem linken); After ohne Kalkzähne.

Literatur: **Bell** (13, 19); **Brandt** (33); **Cuvier** (45); **Danielssen und Koren** (50); **Greeff** (79); **Grube** (81); **Heller** (96); **Jäger** (110); **Lampert** (134 und *); **Ludwig** (147, 149, 154, 156, 157); **v. Marenzeller** (167); **G. O. Sars** (219); **M. Sars** (221 und in 120); **Selenka** (229, 230); **Semper** (238, 239); **Théel** (265, 267, 268).

28 Arten: *ananas* (Jäg.), *assimilis* Bell, *badionotus* Sel., *challengeri* Théel, *chloronotos* Br., *errans* Ludw., *fuscus* Ludw., *godeffroyi* Semp., *haytiensis* Semp., *horrens* Sel. (XVII, 1), *japonicus* Sel., *johnsoni* Théel, *kefersteinii* Sel., *laevis* Sluit., *maculatus* Greeff, *moebii* Semp., *moseleyi* Théel, *naso* Semp., *natans* Sars, *paradoxus* Lamp., *pourtalesi* Théel, *regalis* (Cuv.), *sitchaensis* (Br.), *sordidus* Théel, *tizardi* Théel, *torvus* Théel, *variegatus* Semp., *vastus* Sluit.

Ungefähr zwei Drittel der Arten sind bis jetzt nur aus dem indopacifischen Gebiete bekannt, die übrigen aus dem atlantischen. Sie bevorzugen die tropischen und subtropischen Küsten, dringen aber doch etwas weiter und auch in einer grösseren Artenzahl gegen die Pole vor, als das bei *Mülleria* der Fall ist. Am weitesten nordwärts leben *natans*,

*) Zoolog. Jahrb. IV. 1889.

tizardi und *sitchaensis*; im Mittelmeer und an Südwesteuropa *regalis*. Jenseits des südlichen Wendekreises finden sich *challengeri*, *fuscus*, *moseleyi*, *sordidus* und *torvus*.

Nur wenige sind in tiefem Wasser (150—1375 Faden) gefunden worden (*challengeri*, *moseleyi*, *natans*, *pourtalesi*, *torvus*) und scheinen echte Tiefseeformen zu sein; die übrigen sind Küstenbewohner.

6. *Paelopatides* Théel 1886.

(πηλός Lehm, Schlamm, πατέω ich betrete.)

20 (oder 19) Fühler; Körper niedergedrückt mit ziemlich ansehnlichem Randsaume; eine zweizeilige Längsreihe von Füsschen besetzt den mittleren und hinteren Theil des mittleren ventralen Radius, lässt aber dessen vorderen Abschnitt ganz frei; einzeilige Reihen von Papillen besetzen den Rand des Körpersaumes und die beiden dorsalen Radien; Genitalschläuche in zwei Büscheln (einem rechten und einem linken); After ohne Auszeichnung.

Literatur: **Théel** (267, 268).

4 Arten: *agassizii* Théel, *appendiculata* Théel, *aspera* Théel, *confundens* Théel.

Die Gattung ähnelt im Gesammtaussehen der Psychropotiden-Gattung *Euphronides*.

Die Gattung ist bis jetzt ausschliesslich aus der Tiefsee bekannt, wo sie in 565—2225 Faden auf schlammigem (seltener Schlick-) Boden bei einer Temperatur von 1,4—8,7° C. lebt. Drei Arten gehören dem Gebiete des stillen Oceans an, eine dem atlantischen.

Als vollständig unsichere Gattungen sind der Vollständigkeit halber bei den Aspidochiroten zu erwähnen:

A. *Pentadactyla* Hutton 1879. Literatur: **Hutton** (108, 109); **Lampert** (134); **Théel** (267). 1 Art: *longidentis* Hutt., Neuseeland.

B. *Ananus* Sluiter 1880. Literatur: **Lampert** (134); **Sluiter** (241); **Théel** (267) *) 1 Art: *holothurioides* Sluit., Batavia.

2. Familie. *Elasipoda* Théel 1879, 1882.

Füsschen (und Ambulacralpapillen) vorhanden. Mund mehr oder weniger bauchständig. Körper fast ausnahmslos mit deutlicher Abflachung der Bauchseite. In der Regel 10, 15 oder 20 annähernd oder deutlich schildförmig gestaltete Fühler; die Fühlerkanäle entspringen von den Radialkanälen. Kalkring entweder nur aus fünf Radialstücken oder auch aus fünf vollkommen oder unvollkommen entwickelten Interradialstücken gebildet. An den Radialnerven sind häufig Gehörbläschen vorhanden. Steinkanal stets in der Einzahl und nicht selten durch die Haut hindurch mit der Aussenwelt in unmittelbarer Verbindung. Längsmuskeln der Körperwand einfach; Rückziehmuskeln fehlen; Quer-

*) Vergl. auch meine Bemerkung auf S. 138 dieses Werkes.

muskulatur in den Radien unterbrochen. Kiemenbäume fehlen oder nur durch ein Rudiment angedeutet. Keine Cuvier'schen Organe. Die Geschlechtsschläuche manchmal nur in der linken Körperhälfte entwickelt. Unter den Kalkkörpern der Haut sind vierarmige Kreuze besonders häufig.

19 Gattungen mit 61*) Arten, welche sich auf die 3 Unterfamilien der Psychropotiden, Deimatiden und Elpidiiden vertheilen.

In ihrem Vorkommen erweisen sich die Elasipoden als echte charakteristische Bewohner der Tiefsee. Nur *Elpidia glacialis* und *Ilyodaemon maculatus* kommen schon in Tiefen von weniger als 150 Faden vor, *E. glacialis* in 35—50, *I. maculatus* in 95 Faden. Letztere Art steigt überhaupt nur bis 150 Faden herab, während *E. glacialis* bis in Tiefen von 2600 Faden bekannt ist.

In Tiefen von 150—500 Faden fanden sich fünf Arten, von denen drei auch noch tiefer vorkommen. In 500—1000 Faden leben acht Arten, darunter vier, welche nur in dieser Zone bekannt sind. In Tiefen von 1000—2000 Faden wurden 34 Arten erbeutet, darunter 22, welche weder in höheren noch in tieferen Zonen angetroffen wurden. Endlich in Tiefen von noch mehr als 2000 Faden wurden 25 Arten gefischt, darunter 15, welche aus geringeren Tiefen als 2000 Faden überhaupt nicht bekannt sind. Diese 15 ausschliesslich in mehr als 2000 Faden Tiefe lebenden Arten sind: *Parelpidia elongata*, *cylindrica*, *Elpidia verrucosa*, *rigida*, *Scotoplanes mollis*, *papillosa*, *Peniagone wyvillii*, *lugubris*, *atrox*, *Scotoanassa diaphana*, *Achlyonice paradoxa*, *Deima validum*, *fastosum*, *Psycheotrephes exigua* und *Benthodytes abyssicola*.

Der Boden, auf welchem sich Elasipoden finden, ist meistens feiner Schlick (entweder Globigerinen- oder Diatomeen-Schlick oder „grauer" Schlick, seltener Radiolarien-Schlick), oft auch Thon (rother oder Biloculina-Thon, seltener sandiger Thon) oder Schlamm („grauer" Schlamm, seltener brauner Schlamm, sandiger Schlamm oder Biloculina-Schlamm). An den Fundorten herrscht durchweg eine sehr niedrige Temperatur: 0,2—2° C.; nur wenige Arten sind aus etwas wärmerem Wasser bekannt geworden: *Kolga nana* aus 2,8°, *Laetmogone violacea* aus 2,2°, *L. spongiosa* aus 3,3°, *L. wyville-thomsoni* aus 5,0°, *Euphronides depressa* und *Benthodytes typica* aus 3,1°, *Pannychia moseleyi* aus 2,2—4,2°, *Ilyodaemon maculatus* aus 21,7° C.

Im Gegensatze zu Théel fasse ich**) die *Elasipoda* nicht als eine besondere Ordnung der Seewalzen, sondern nur als eine mit den Aspi-

---

*) Hier sind die vier von Perrier (200) angegebenen neuen Arten mitgezählt. Auch sind sie im Folgenden bei den betr. Gattungen angeführt, konnten aber für die Angaben über die geographische Verbreitung der Gattungen nicht benutzt werden, da Perrier die Fundorte derselben noch nicht veröffentlicht hat.

**) Vergl. meine soeben erschienene Abhandlung: „*Ankyroderma musculus* u. s. w., nebst Bemerkungen zur Phylogenie und Systematik der Holothurien", Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 51. 1891. S. 596 u. f.

dochiroten, Dendrochiroten u. s. w. gleichwerthige Familie auf. Im Inneren dieser Familie erhalten dann die drei von Théel unterschiedenen Familien der Psychropotiden, Deimatiden und Elpidiiden den Rang von Unterfamilien. Die von demselben Forscher herrührende Abgrenzung der Elasipoden-Gattungen scheint mir nicht überall eine glückliche zu sein und wird wohl durch spätere Untersuchungen noch mancherlei Abänderungen erfahren. Da aber eine eingehende Kritik nur an der Hand der seltenen, mir nur in höchst beschränktem Maasse zu Gebote stehenden Objekte vorgenommen werden kann, so muss ich mich im Folgenden darauf beschränken, der Théel'schen Systematik der Elasipoden-Gattungen einfach zu folgen.

1. Subfamilie. *Psychropotidae* Théel 1882.

Mund ganz bauchständig. Füsschen klein, in der Regel in allen drei Radien der Bauchseite. Ambulacralpapillen des Rückens klein, aber doch vorhanden. Kalkring nur unvollkommen zehngliedrig, indem die Interradialstücke durch zahlreiche kleinere Kalkkörperchen ersetzt sind.

4 Gattungen mit 17 Arten.

Die Unterfamilie ist bis jetzt hauptsächlich aus antarktischen, süd- und centralpacifischen, süd- und westatlantischen Meeresgebieten bekannt, dagegen noch unbekannt aus nordpacifischen, nordatlantischen und arktischen Gebieten. Das Vorkommen einer Art: *Benthodytes typica* westlich von der Gibraltarstrasse lässt vermuthen, dass sie sich vielleicht auch einmal im Mittelmeere (aus dem bis jetzt überhaupt noch keine einzige Elasipodenform bekannt ist) wird nachweisen lassen.

In Bezug auf die Tiefe ihres Vorkommens scheinen die Mitglieder dieser Unterfamilie in noch viel ausgesprochenerem Maasse Tiefseebewohner zu sein als die Elpidiiden und Deimatiden, da wir sie bis jetzt nur aus Tiefen von 855—2750 Faden kennen; fast alle leben weit unter der 1000 Faden-Linie; die Gattungen *Psycheotrephes*, *Psychropotes* und *Benthodytes* steigen bis unter 2000 Faden herab.

Uebersicht der vier Gattungen der Psychropotiden.*)

Mittlerer ventraler Radius ohne Füsschen			1. *Psycheotrephes.*
Mittlerer ventraler Radius mit einer doppelten Füsschenreihe;	Rücken mit einem grossen, in der Regel quergestellten Anhang auf dem mittleren Interradius;	Körper sehr niedergedrückt; Rückenanhang ziemlich kurz, vorn auf dem hinteren Körperdrittel	2. *Euphronides.*
		Körper vorn niedergedrückt, hinten höher; Rückenanhang sehr lang, nahe am hinteren Körperende	3. *Psychropotes.*
	Rücken ohne jenen grossen Anhang		4. *Benthodytes.*

*) Nach Théel (266).

1. *Psycheotrephes* Théel 1882.

(*ψῦχος* Kälte, *τρέφω* ich ernähre, lasse wachsen.)

Körper sehr dünn und niedergedrückt; Randsaum am Vorder- und Hinterende ziemlich breit; Mund und After ventral und in einigem Abstande von den Körperenden; 10 Fühler; Füsschen in einer einfachen Reihe dem Randsaume entlang; mittlerer ventraler Radius ohne Füsschen; auf dem Rücken einige winzige Papillen.

Literatur: **Théel** (266).

1 Art: *exigua* Théel.

Im centralen Theile des pacifischen Oceans, in 2750 Faden Tiefe.

2. *Euphronides* Théel 1882.

(*Εὐφρονίδης* Sohn der Nacht.)

Körper sehr dünn und niedergedrückt; Randsaum besonders am Vorder- und Hinterende ziemlich breit; Mund und After ventral und in einigem Abstande von den Körperenden; 18 Fühler; Füsschen in einer einfachen Reihe dem Randsaume entlang und in einer doppelten Reihe im mittleren ventralen Radius; Rücken mit einigen Paaren kleiner Papillen und mit einem grossen, kegelförmigen oder an der Spitze zweitheiligen Anhange, welcher vorn auf dem hinteren Drittel des mittleren dorsalen Interradius steht.

Literatur: **Perrier** (200); **Théel** (266, 268); **Verrill** (283).

3 Arten: *cornuta* Verr., *depressa* Théel, *talismani* Perrier.

West- und ostatlantisch, sowie im südöstlichen Theile des stillen Oceans, in Tiefen von 855–1920 Faden.

3. *Psychropotes* Théel 1882 (XV, 3, 4).

(*ψυχροπότης* einer der kaltes Wasser trinkt.)

Körper vorn ziemlich dünn und niedergedrückt, nach hinten allmählich an Höhe zunehmend; Randsaum vorn ziemlich breit; Mund und After ventral, in grösserem oder geringerem Abstande von den Körperenden; 10—18 Fühler; Füsschen in einer einfachen Reihe dem Randsaume entlang und in einer doppelten Reihe im mittleren ventralen Radius; Rücken mit einer kleinen Anzahl kleiner Papillen und mit einem sehr grossen, breiten, platten Anhang, der weit hinten quer auf dem mittleren dorsalen Interradius steht.

Literatur: **Perrier** (200); **Théel** (266).

4 Arten: *buglossa* Perrier, *longicauda* Théel (XV, 3, 4), *loveni* Théel, *semperiana* Théel.

Antarktisch, südpacifisch und südatlantisch, in Tiefen von 1375 bis 2500 Faden.

4. *Benthodytes* Théel 1882 (XV, 5).

(*βένθος* Meerestiefe, *δύτης* Taucher.)

Körper mehr oder weniger niedergedrückt; Randsaum vorn ziemlich breit; Mund ventral und in grösserem Abstande vom Vorderende; After dorsal, fast endständig; 12 (?) bis 20 Fühler; Füsschen in einer einfachen

Reihe dem Randsaume entlang und in einer doppelten Reihe im mittleren ventralen Radius; Rücken selten ganz nackt, meistens mit einer grösseren oder kleineren Anzahl zurückziehbarer oder nicht zurückziehbarer, mehr oder weniger unansehnlicher Papillen, welche entweder in jedem dorsalen Radius in einer einfachen oder unregelmässig doppelten Reihe stehen oder über die seitlichen dorsalen Interradien zerstreut sind.

Literatur: **Théel** (266, 268); **Verrill** (283).

9 Arten: *abyssicola* Théel, *assimilis* Théel, *gigantea* Verr., *mamillifera* Théel, *papillifera* Théel, *sanguinolenta* Théel (XV, 5), *selenkiana* Théel, *sordida* Théel, *typica* Théel.

Im südlichen, westlichen und südöstlichen pacifischen Ocean, ferner antarktisch und westantlantisch, endlich eine Art *(typica)* westlich von der Meerenge von Gibraltar; in Tiefen von 938—2750 Faden.

2. Subfamilie. *Deimatidae* Théel 1882.

Mund nicht ganz bauchständig. Füsschen gross, in der Regel nur auf den beiden seitlichen Radien der Bauchseite. Rückenpapillen grösser als bei den Psychropotiden und zahlreich. Kalkring aus fünf Radial- und fünf Interradialstücken gebildet.

6 Gattungen mit 12 Arten.

In ihrer geographischen Verbreitung zeigt die Unterfamilie der Deimatiden einen weniger ausgesprochenen arktischen oder antarktischen Charakter als die Elpidiiden, da sie ausser dem südlichen indischen, stillen und atlantischen Ocean auch im westlichen Theile des stillen Oceans und im westindischen Meeresgebiete vertreten ist.

In den grössten Tiefen (1375—2900 Faden) lebt die Gattung *Oneirophanta*; auch *Laetmogone* und *Deima* kommen in Tiefen von mehr als 1000 Faden vor, sind aber auch schon in Tiefen von 335—570 Faden vertreten, während *Ilyodaemon*, *Orphnurgus* und *Pannychia* bis jetzt nur oberhalb der 1000 Faden-Tiefe gefunden worden sind. Am wenigsten tief lebt die Gattung *Ilyodaemon*, da sie schon bei 95 Faden auftritt.

Uebersicht der sechs Gattungen der Deimatiden.*)

Haut meist ziemlich hart, mit zahlreichen Gitterplatten, die sich oft zu einem Panzer zusammendrängen; 20 Fühler	Fühler klein, zurückziehbar; Füsschen der seitlichen ventralen Radien einreihig		1. *Deima.*
	Fühler gross, nicht zurückziehbar; Füsschen der seitlichen ventralen Radien zweireihig .		2. *Oneirophanta.*
Haut biegsam, mit zerstreuten dornigen Stäbchen; 20 Fühler			3. *Orphnurgus.*
Haut sehr biegsam, mit Rädchen und Stäbchen, kreuzförmigen und dichotomisch verästelten Körperchen.	20 Fühler; im mittleren ventralen Radius eine doppelte Füsschenreihe		4. *Pannychia.*
	15 Fühler; im mittleren ventralen Radius keine Füsschen;	Rückenpapillen sehr lang, in jedem Radius in einer einfachen Reihe	5. *Laetmogone.*
		Rückenpapillen kürzer, in jedem Radius in mehreren Reihen	6. *Ilyodaemon.*

*) Nach Théel (266).

1. *Deima* Théel 1879 (XV, 9, 10).
(*δεῖμα* Schreckbild.)

20 (?) zurückziehbare, kleine Fühler; in jedem seitlichen ventralen Radius eine einfache Reihe grosser Füsschen und darüber eine Reihe sehr langer, kegelförmiger, starrrer, nicht zurückziehbarer Papillen; eine Reihe ähnlicher Papillen in jedem Radius des Rückens; mittlerer ventraler Radius ohne Füsschen; Kalkkörper: dichtgedrängte, unregelmässig gerundete Gitterplatten, die einen ziemlich harten Panzer bilden.

Literatur: **Théel** (266, 268).

3 Arten: *blakei* Théel, *fastosum* Théel, *validum* Théel (XV, 9, 10).

Im nördlichen und westlichen pacifischen und im westindischen Meere, in Tiefen von 570—2050 Faden.

2. *Oneirophanta* Théel 1879.
(*ὀνειρόφαντα* Erscheinung, Phantom).

20 nicht zurückziehbare, grosse Fühler; in jedem seitlichen ventralen Radius eine Doppelreihe grosser Füsschen und darüber eine Reihe sehr langer, kegelförmiger, mehr oder weniger biegsamer, nicht zurückziehbarer Papillen; eine Reihe ähnlicher Papillen in jedem Radius des Rückens; mittlerer ventraler Radius mit einigen mehr oder weniger verkümmerten Füsschen; Kalkkörper: mehr oder weniger gedrängte, unregelmässig gerundete Gitterplatten, die zuweilen einen ziemlich harten Panzer bilden.

Literatur: **Théel** (266).

1 Art: *mutabilis* Théel.

Zeichnet sich durch ihre grosse geographische Verbreitung vor allen anderen Elasipoden aus, da sie im südatlantischen, südindischen, südpacifischen und nordpacifischen Ocean vorkommt; in Tiefen von 1375 bis 2900 Faden. (2900 Faden = tiefstes, bis jetzt bekanntes Vorkommen einer Holothurie überhaupt.)

3. *Orphnurgus* Théel 1879.
(*ὄρφνη* Dunkelheit.)

20 ziemlich grosse, nicht zurückziehbare Fühler; in jedem seitlichen ventralen Radius eine einfache Reihe sehr grosser Füsschen und darüber eine Reihe schlanker, biegsamer Papillen; ähnliche Papillen dicht gedrängt und anscheinend in je zwei Reihen auf jedem Radius des Rückens; mittlerer ventraler Radius ohne Füsschen; Kalkkörper: zerstreute dornige Stäbchen.

Literatur: **Théel** (266, 268).

1 Art: *asper* Théel.

Westindisch, in 450—580 Faden Tiefe.

4. *Pannychia* Théel 1882.
(*πᾶς* Alles, *νύξ* Nacht.)

20 ziemlich grosse, nicht zurückziehbare Fühler; in jedem seitlichen ventralen Radius eine einfache Reihe grosser Füsschen; im mittleren

ventralen Radius eine doppelte Füsschenreihe; jederseits auf dem Rücken eine dichtgedrängte Reihe zahlreicher, schlanker Papillen; Kalkkörper: zahlreiche Rädchen (V, 7) und kleine rädchen-ähnliche Plättchen.

Literatur: **Théel** (266).

1 Art: *moseleyi* Théel.

Im südwestlichen Theile des pacifischen Oceans, in 700—950 Faden Tiefe.

5. *Laetmogone* Théel 1879.
(+ *Cryodora* Théel 1879.)
(*λαῖτμα* Meerestiefe, *γονή* das Erzeugte.)

15 ziemlich grosse, nicht zurückziehbare Fühler; in jedem seitlichen ventralen Radius eine einfache Reihe sehr grosser Füsschen; mittlerer ventraler Radius ohne Füsschen; in jedem Radius des Rückens eine einfache Reihe auffallend langer, biegsamer, cylindrischer, nicht zurückziehbarer Papillen; Kalkkörper: zahlreiche Rädchen und Stäbchen oder kreuzförmige Körperchen.

Literatur: **Perrier** (200); **Petit** (203); **Théel** (266).

5 Arten: *brongniarti* Perrier, *jourdaini* Petit, *spongiosa* Théel, *violacea* Théel, *wyville-thomsoni* Théel.

Antarktisch, süd- und nordwestpacifisch, nordatlantisch, in Tiefen von 335—1800 Faden.

6. *Ilyodaemon* Théel 1879 (XV, 8).
(*ἰλύς* Schlamm, *δαίμων* Geist.)

15 ziemlich grosse, nicht zurückziehbare Fühler; in jedem seitlichen ventralen Radius eine Doppelreihe grosser Füsschen; mittlerer ventraler Radius ohne Füsschen; in jedem Radius des Rückens drei oder vier unregelmässige dichte Reihen von zahlreichen, zurückziehbaren, schlanken, ziemlich langen Papillen; Kalkkörper: zahlreiche Rädchen und dichotomisch verästelte Körperchen.

Literatur: **Théel** (266).

1 Art: *maculatus* Théel (XV, 8).

Im westlichen Theile des stillen Oceans, in Tiefen von 95—150 Faden.

3. Subfamilie. *Elpidiidae* Théel 1882.

Mund nicht ganz bauchständig. Füsschen gross, nur auf den seitlichen Radien der Bauchseite. Rückenpapillen grösser als bei den Psychropotiden, gering an Zahl. Kalkring nur aus fünf Radialstücken gebildet.

9 Gattungen mit 32 Arten.

Die Unterfamilie der Elpidiiden scheint vorwiegend antarktisch zu sein. Nach unseren jetzigen Kenntnissen sind in den arktischen Gewässern nur die Gattungen *Elpidia*, *Kolga* und *Irpa* mit je einer Art

vertreten. Die übrigen Arten gehören fast alle dem antarktischen Gebiete an, nur einige wenige finden sich im atlantischen und pacifischen Ocean.

Fast alle leben in mehr als 1000 Faden Tiefe; nur die Gattung *Elpidia* macht eine Ausnahme, indem sie auch in weniger tiefem Wasser vertreten ist, ja sogar in einer Art: *E. glacialis*, schon bei 35 Faden angetroffen wurde. In mehr als 2000 Faden Tiefe kommen vor die Gattungen *Parelpidia* und *Scotoanassa*, sowie eine Anzahl *Elpidia*-, *Peniagone*-, *Achlyonice*- und *Scotoplanes*-Arten.

Uebersicht der neun Gattungen der Elpidiiden.*)

- 10 Fühler
  - Rückenpapillen meistens von beträchtlicher Grösse;
    - Körper sehr gestreckt, cylindrisch, *Synapta*-ähnlich; Rückenpapillen winzig oder undeutlich; Kalkkörper: vierarmig, mit einem langen, centralen, nach auswärts gerichteten Fortsatze . . . . 1. *Parelpidia.*
    - Körper mehr oder weniger verlängert, eiförmig, cylindrisch oder hinten niedergedrückt; Rückenpapillen im Allgemeinen gross;
      - Kalkkörper: vierarmig, mit langen Fortsätzen, ausserdem mitunter kleine Rädchen . . . . 2. *Elpidia.*
      - Kalkkörper: unverästelte Stäbe oder dreiarmige Körper, ausserdem kleine C-förmige Stäbchen . . . . . 3. *Scotoplanes.*
      - Kalkkörper: einfache, unregelmässig gekrümmte, hufeisenförmige Körperchen, ferner gestreckteStäbchen und mitunter auch Gitterplättchen;
        - Steinkanal mit der Aussenwelt in Verbindung 4. *Kolga.*
        - Steinkanal mit der Leibeshöhle in Verbindung . . 5. *Irpa.*
  - Rücken vorn mit einem grossen, lappenförmigen Anhange und meistens mit einigen kleinen Papillen . . . . 6. *Peniagone.*
  - Körper sehr niedergedrückt, fast flach, mit einem breiten Randsaume um das Vorder- und Hinterende . . . . 7. *Scotoanassa.*
- 11—12 Fühler . . . . 8. *Achlyonice.*
- 20 (?) Fühler . . . . 9. *Enypniastes.*

1. *Parelpidia* Théel 1882.

Körper sehr gestreckt, cylindrisch, *Synapta*-ähnlich, 5—6mal so lang wie breit; 10 Fühler; vorn auf dem Rücken nur einige verkümmerte, fast undeutliche Papillen; auf dem vorderen Abschnitt des Bauches keine Füsschen; Kalkkörper: vierarmig, mit nach innen gebogenen Armen und einem langen, centralen, nach aussen gerichteten Fortsatz.

Literatur: **Théel** (266).

2 Arten: *cylindrica* Théel, *elongata* Théel.

Beide Arten finden sich in der Nähe der Küste von Chile in Tiefen von ca. 2200 Faden.

*) Nach Théel (266).

2. *Elpidia* Théel 1877 (XV, 1, 2).
(ἐλπίς Hoffnung.)

Körper eiförmig, oder mehr oder weniger länglich, ungefähr zwei bis dreimal so lang wie breit, hinten mitunter niedergedrückt; 10 Fühler; Rückenpapillen gewöhnlich gering an Zahl und meist nur auf dem vorderen Bezirk des Rückens; Kalkkörper: vierarmig (V, 1, 2, 3) und mit 1—5 nach auswärts gerichteten Fortsätzen, ausserdem oft kleine Rädchen.

Literatur: **Danielssen** und **Koren** (49, 50); **Stuxberg** (257); **Théel** (263, 266).

7 Arten: *ambigua* Théel, *glacialis* Théel (XV, 1, 2), *incerta* Théel, *purpurea* Théel, *rigida* Théel, *verrucosa* Théel, *willemoësi* Théel.

Vorzugsweise im antarktischen (4 Arten) und arktischen Meere (*E. glacialis*); eine Art kommt in der Nähe der chilenischen Küste, eine andere im westlichen Theile des stillen Oceans vor. Die Arten leben in Tiefen von 800—2600 Faden; nur eine (*E. glacialis*) auch in weniger tiefem Wasser von 35 Faden abwärts.

3. *Scotoplanes* Théel 1882.
(σκότος Dunkelheit, πλανής der Herumirrende.)

Körper mehr oder weniger gestreckt bis ei- oder fast kugelförmig, 1½—3 mal so lang wie breit, mitunter hinten niedergedrückt; 10 Fühler; Rückenpapillen gering an Zahl, oft auffallend lang und gross; Füsschen entweder beiden Seiten des Bauches entlang oder nur um dessen Hinterhälfte; Kalkkörper: kleine, C-förmige Stäbchen und entweder lange, gerade, unverästelte, aber oft bedornte Stäbe (V, 6) oder dreiarmige Körper.

Literatur: **Théel** (266).

7 Arten: *albida* Théel, *globosa* Théel, *insignis* Théel, *mollis* Théel, *murrayi* Théel, *papillosa* Théel, *robusta* Théel.

Im antarktischen Meere, sowie im südlichen Theile des stillen und des atlantischen Oceans. In Tiefen von 1900—2650 Faden.

4. *Kolga* Danielssen und Koren 1879.
(Kolga, Name einer nordischen Meergöttin.)

Körper länglich, 2½—3½ mal so lang wie breit; 10 Fühler; Rückenpapillen gering an Zahl (6) und entweder zu einer Querreihe auf dem Vordertheil (Nacken) miteinander verbunden oder ebendort in zwei nach vorn convergirende kurze Reihen geordnet; Füsschen längs den beiden Seiten und um das Hinterende; Steinkanal mit der Aussenwelt in unmittelbarer Verbindung (VIII, 10); Kalkkörper: einfache, unregelmässig oder hufeisenförmig gekrümmte, meist etwas bedornte Stäbchen, ferner auch einzelne Gitterplättchen.

Literatur: **Danielssen** und **Koren** (49, 50); **Théel** (266).

2 Arten: *hyalina* Dan. u. Kor., *nana* Théel.

Im nördlichen Eismeer und östlich von Nordamerika, in Tiefen von 1100—1350 Faden.

5. *Irpa* Danielssen und Koren 1877.

(Irpa, Name einer nordischen Göttin.)

Körper gestreckt, fast cylindrisch, etwa $3^1/_2$ mal so lang wie breit; 10 Fühler; vorn auf dem Rücken zwei nach vorn divergirende Reihen von je 4 Papillen und dazwischen zwei einzelne etwas grössere; Füsschen längs den beiden Seiten und um das Hinterende; Steinkanal in Verbindung mit der Leibeshöhle; Kalkkörper: einfache, gerade oder hufeisenförmig gekrümmte, selten verästelte Stäbchen und zahlreiche, sehr kleine, elliptische Körperchen.

Literatur: **Danielssen** und **Koren** (49, 50); **Théel** (266).

1 Art: *abyssicola* Dan. u. Kor.

Nordatlantisch, in 1050 Faden Tiefe.

6. *Peniagone* Théel 1882 (XV, 6, 7).

(*πενία* Armuth, *γονή* das Erzeugte.)

Körper mehr oder weniger gestreckt, zuweilen hinten niedergedrückt oder vorn mit einem nackenähnlichen Bezirk; 10 Fühler; Rücken vorn mit einem getheilten oder ungetheilten, lappenförmigen Anhang und meistens mit einigen kleinen Papillen; Füsschen entweder beiden Seiten des Bauches entlang oder um dessen hintere Hälfte oder Dritttheil; Kalkkörper mannigfaltig: vierarmig (V, 5), mit 1—4 Fortsätzen, dreiarmig, verästelte oder unverästelte Stäbe und kleine C-förmige Körperchen.

Literatur: **Perrier** (200); **Théel** (266).

9 Arten: *affinis* Théel, *atrox* Théel, *challengeri* Théel, *horrifer* Théel, *lugubris* Théel, *naresi* Théel, *rosea* Perrier, *vitrea* Théel, *wyvillii* Théel (XV, 6, 7).

Vorzugsweise in den antarktischen Gewässern; je eine Art im atlantischen und pacifischen Ocean, in Tiefen von 1450—2600 Faden.

7. *Scotoanassa* Théel 1882.

(*σκότος* Dunkelheit, *ἄνασσα* Königin.)

Körper sehr niedergedrückt, fast flach, mit einem breiten, ziemlich platten Randsaum um das Vorder- und Hinterende; 10 Fühler; Rückenpapillen nur am Rande des Vordersaumes; Füsschen nur am Rande des Hintersaumes; Kalkkörper: vierarmig mit 4 Fortsäzen.

Literatur: **Théel** (266).

1 Art: *diaphana* Théel.

Südlich von Australien, in 2600 Faden Tiefe.

8. *Achlyonice* Théel 1879.

(*ἀχλύς* Dunkelheit, *νίκη* Sieg.)

Körper oval oder länglich, ungefähr zweimal so lang wie breit, 11 oder 12 Fühler; vorn auf dem Rücken einige Papillen; Füsschen rings um die Bauchseite; Kalkkörper dreiarmig, zuweilen auch unverästelte Stäbchen und kleine Rädchen.

Literatur: **Théel** (266).

2 Arten: *lactea* Théel, *paradoxa* Théel.

Die eine Art antarktisch, die andere östlich von Japan, in Tiefen von 1600—2300 Faden.

9. *Enypniastes* Théel 1882.
(ἐνυπνιάστης Träumer.)

Körper sehr niedergedrückt, mit einer Hautausbreitung um das Vorderende, welche einen sehr breiten, ziemlich platten Saum darstellt; 20 (?) Fühler; Rücken mit kleinen Vorsprüngen am Rande des Vordersaumes und mit einigen anderen, sehr kleinen Papillen im Bereiche der Radien; Füsschen den Seiten entlang (?) und um das hintere Körperende.

Literatur: **Théel** (266).

1 Art: *eximia* Théel.

Oestlich von Neuseeland, in 1100 Faden Tiefe.

3. Familie. *Dendrochirotae* Grube 1840. (δένδρον Baum, χείρ Arm, Hand.)
(+ *Diplostomidea* Semper 1868 = *Tetrapneumona* Schmarda 1871
= *Rhopalodinidae* Ludwig 1877.)

Füsschen (seltener auch Ambulacralpapillen) vorhanden. Mund meistens rückenständig oder endständig. After ebenfalls oft rückenständig. Körper drehrund oder fünfkantig oder mit einer oft scharf begrenzten ventralen Kriechsohle. 10—30, oft ungleich grosse, baumförmige Fühler; die Fühlerkanäle entspringen von den Radialkanälen; Fühlerampullen nicht deutlich, nur angedeutet. Kalkring aus 5 Radial- und 5 Interradialstücken gebildet, welche nicht selten aus zahlreichen, kleineren Kalkstückchen zusammengesetzt sind; nach hinten setzen sich die Radialstücke häufig in Gabelschwänze fort, während sie vorn meistens einen Einschnitt besitzen. Gehörbläschen fehlen. Steinkanal nicht selten in mehrfacher Zahl. Längsmuskeln der Körperwand in der Regel einfach; Rückziehmuskeln wohl ausgebildet; Quermuskulatur in den Radien unterbrochen. Kiemenbäume vorhanden. Cuvier'sche Organe nur in vereinzelten Fällen. Geschlechtsschläuche rechts und links vom dorsalen Mesenterium. Kalkkörper der Haut vorzugsweise in Gestalt von glatten oder bedornten oder knotigen Gitterplättchen, Gitternäpfen und Gitterkugeln.

11 Gattungen mit 181 Arten.

Der Artenreichthum der Dendrochiroten ist in den tropischen Meeren ein grösserer als nach den Polen zu; indessen umschliesst die Familie, namentlich in den Gattungen *Psolus, Psolidium* und *Thelia* und in einem erheblichen Theile der Gattung *Cucumaria* sehr viel mehr Formen der kalten Gewässer, als das bei den Aspidochiroten der Fall ist. Vorzugsweise oder ausschliesslich gehören dem indopacifischen Gebiete die Gattungen *Colochirus, Actinocucumis* und *Pseudocucumis* an. Nur wenige Arten dringen in grössere Tiefen als 150 Faden ein (8 *Cucumaria-*,

2 *Thyone-*, 5 *Psolus*-Arten) oder leben ausschliesslich daselbst (1 *Cucumaria-*, 1 *Theelia-*, 1 *Psolus*-Art).

Dass ich weder in der Zerlegung der Dendrochiroten in die zwei Unterfamilien der *Decachirotae* und *Polychirotae* und in der weiteren Zerlegung der letzteren in *Monocyclia* und *Amphicyclia*, noch auch in der von einem anderen Gesichtspunkt ausgehenden Aufstellung der drei Unterfamilien der *Stichopoda, Gastropoda* und *Sporadipoda* Classificationen sehen kann, welche die verwandtschaftlichen Beziehungen der Dendrochiroten-Gattungen zu einem richtigen Ausdrucke bringen, habe ich schon weiter oben (S. 321 u. 323) auseinandergesetzt.

Uebersicht der elf Gattungen der Dendrochiroten.

- Mund und After weit von einander entfernt;
  - Bauch nicht zu einer Kriechsohle abgeflacht und bezüglich der Ambulacralanhänge ohne grosse Verschiedenheit von dem Rücken;
    - 10 Fühler;
      - Füsschen auf den Radien gereiht; Interradien ohne oder mit vereinzelten Füsschen . . . . . . 1. *Cucumaria.*
      - Füsschen zahlreich und über den ganzen Körper zerstreut, nur selten auf den Radien etwas gereiht . . 2. *Thyone.*
    - 15 Fühler; Füsschen über den ganzen Körper zerstreut . . . . 3. *Orcula.*
    - mehr als 15 Fühler;
      - Füsschen über den ganzen Körper zerstreut . . . . 4. *Phyllophorus.*
      - Füsschen auf die Radien beschränkt;
        - auch keine Papillen auf den Interradien 5. *Pseudocucumis*
        - mit Papillen auf den Interradien des Rückens . . . . 6. *Actinocucumis.*
  - Bauch zu einer Kriechsohle abgeflacht und vom Rücken in Bezug auf die Ambulacralanhänge deutlich geschieden; Bauchfüsschen auf die Radien beschränkt;
    - Kriechsohle weniger scharf begrenzt; Rücken mit zerstreuten oder auf die Radien beschränkten Papillen; 10 Fühler . . . . 7. *Colochirus.*
    - Kriechsohle scharf begrenzt;
      - auch ausserhalb der Kriechsohle kommen Ambulacralanhänge vor, welche
        - Füsschen sind und an den Körperenden auf die Radien beschränkt sind; 10 Fühler . 8. *Psolidium.*
        - verkümmerte, zerstreute Füsschen sind; 15 (immer?) Fühler . . . . 9. *Theelia.*
      - ausserhalb der Kriechsohle fehlen Ambulacralanhänge ganz; 10 Fühler 10. *Psolus.*
- Mund und After durch äusserste Verkürzung des mittleren dorsalen Interradius eng zusammengerückt und auf der Spitze eines stielförmigen Körperabschnittes gelegen . . . . 11. *Rhopalodina.*

1. *Cucumaria**) Blainville 1830 (XVI, 1, 2, 3).
(*cucumis* Gurke.)

(+ *Pentacta* (Goldfuss 1820) Jäger 1833 + *Cladodactyla* Brandt 1835 + *Psolinus* Forbes 1841 + *Ocnus* Forbes 1841 + *Botryodactyla* Ayres 1851 + *Echinocucumi* Sars 1859 + *Pentactella* Verrill 1876 + *Semperia* Lampert 1885.)

10 Fühler, von denen die 2 ventralen meistens kleiner sind als die übrigen; Füsschen auf den Radien in (meistens zweizeiligen, seltener mehrzeiligen oder einzeiligen) Längsreihen; oft stehen auch auf einigen oder allen Interradien vereinzelte Füsschen; Körper gewöhnlich stumpf fünfkantig oder tonnenförmig, an den Enden oft aufwärts gebogen.

Literatur: **Bell** (13, 17, 18, 19, 20, 21); **Brandt** (33); **Düben** und **Koren** (54); **Duncan** und **Sladen** (56); **Forbes** (64); **Grieg****); **Grube** (81); **Heller** (96); **Lampert** 134, 135 und ***); **Levinsen** (141); **Ljungman** (146); **Ludwig** (147, 149, 154, 158, 160, 161a, 161b); **Lütken** (162); **von Marenzeller** (164, 165, 167); **M. Sars** (221, 222); **Selenka** (229); **Semper** (238); **Sluiter** (241, 242); **Stimpson** (246, 247, 249); **Théel** (267, 268); **Verrill** (279).

73 Arten: *abyssorum* Théel, *adversaria* (Semp.), *asperrima* (Théel), *bicolor* Bell, *calcigera* (Stimps.), *californica* Semp., *canescens* Semp., *capensis* Théel, *chierchiae* Ludw., *chiloënsis* Ludw., *chronhjelmi* Théel, *citrea* Semp., *cognata* Lamp., *conjungens* Semp., *crocea* (Less.), *crucifera* Semp., *cucumis* (Risso) *cylindrica* Semp., *discolor* Théel, *dubiosa* Semp., *echinata* v. Marenz., *exigua* Ludw., *forbesi* Bell, *frauenfeldi* Ludw., *frondosa* (Gunn.), *georgiana* (Lamp.), *glaberrima* Semp., *glacialis* Ljungm., *godeffroyi* Semp., *grubii* v. Marenz., *hyndmani* (Thomps.) (XVI, 2), *jägeri* Krauss, *japonica* Semp., *ignava* Ludw., *imbricata* (Semp.) (XVI, 3), *improvisa* Ludw., *insolens* Théel, *kirchsbergii* Hell, *köllikeri* Semp., *lactea* (Forb.), *laevigata* (Verr.), *longipeda* Semp., *maculata* Semp., *mendax* Théel, *miniata* (Br.), *minuta* (Fabr.), *mirabilis* Théel, *mosterensis* Grieg, *molpadioides* (Semp.), *multipes* Théel, *nigricans* (Br.), *nobilis* Ludw., *obunca* Lamp., *parva* Ludw., *pentactes* (L.), *perspicua* Ludw., *pithacnion* Lamp., *planci* (Br.) (XVI, 1), *populifera* (Stimps.), *punctata* Ludw., *pusilla* Ludw., *pygmaea* (Semp.), *quinquesemita* Sel., *sancti-johannis* Bell, *semperi* Bell, *serrata* Théel, *sykion* Lamp., *syracusana* (Grube), *tenuis* Ludw., *tergestina* Sars, *typica* (Sars), *vegae* Théel, *versicolor* Semp.†)

Die seither stets als besondere Gattung betrachtete *Echinocucumis* Sars mit den 3 Arten††): *typica*, *adversaria* und *asperrima* muss meines Erachtens mit *Cucumaria* vereinigt werden. Es ist lediglich die auffallende Form der Kalkkörper, welche zur Aufstellung der sonst in allen

---

*) Strenggenommen müsste diese Gattung den älteren Namen *Pentacta* führen. Der jüngere Name *Cucumaria* ist aber so allgemein in Gebrauch, dass er sich wohl nicht mehr wird verdrängen lassen.

**) Bergens Museums Aarsberetning 1888, Bergen 1889.

***) Zool. Jahrb., IV, 1889.

†) Nachträgliche Bemerkung bei der Correctur: Zu *Cucumaria* kommt noch hinzu *C. lacazii* (Hér.), s. die Anmerkung S. 348 bei *Colochirus*.

††) Lampert (134) will in den beiden *Thyone*-Arten *raphanus* und *poucheti* nahe Verwandte der Gattung *Echinocucumis* sehen und stellt sie in seinen Tabellen sogar in diese Gattung, übersieht aber dabei vollständig, dass bei *Echinocucumis* die Füsschen auf die Radien beschränkt sind, während sie bei jenen *Thyone*-Arten über den ganzen Körper zerstreut sind.

Merkmalen mit *Cucumaria* übereinstimmenden Gattung *Echinocucumis* geführt hat. Diese Kalkkörper sind aber durch Uebergänge mit denen zweifelloser *Cucumaria*-Arten gebunden und es sind im Innern der Gattung *Cucumaria* die Kalkkörper überhaupt so mannigfaltig, dass man beim Festhalten der Gattung *Echinocucumis* consequenterweise die Gattung *Cucumaria* nach der Form der Kalkkörper in eine ganze Anzahl von Gattungen auflösen müsste, die aber alle sehr flüssige Grenzen haben würden; das Ergebniss einer solchen Bemühung würde wohl nur in einer Reihe neuer Namen bestehen.

Die von Lampert aufgestellte Gattung *Semperia* umfasst diejenigen Arten, bei welchen auch auf den Interradien Füsschen vorkommen, z. B. *longipeda, conjungens, perspicua, köllikeri, syracusana, dubiosa* u. a. Da es aber Arten gibt, z. B. *dubiosa*, bei welchen dieses Merkmal den einzelnen Individuen zukommt, den anderen aber fehlt, so scheint mir die Gattung *Semperia* zu unsicher begrenzt und deshalb nicht haltbar zu sein (s. S. 106); man könnte sie allenfalls ebenso wie *Echinocucumis* zur Bezeichnung kleinerer Artengruppen im Innern der Gattung *Cucumaria* benutzen.

Schon Théel (267) und Lampert (134) haben der Verschmelzung der Gattung *Ocnus* mit *Cucumaria* das Wort geredet, jedoch ohne dieselbe thatsächlich vorzunehmen. Die von beiden Forschern angeführten Gründe scheinen mir aber vollständig ausreichend, die Gattung *Ocnus* endlich ganz fallen zu lassen. Ich habe dementsprechend in obiges Verzeichniss der *Cucumaria*-Arten auch die bisher zu *Ocnus* gestellten Arten aufgenommen und bemerke dazu nur noch, dass ich (vergl. 161a) *Ocnus typicus* Théel und *O. javanicus* Sluit. für identisch mit der älteren Art *O. imbricatus* Semp. halte.

Die Gattung ist mit ihren zahlreichen Arten ungemein weit verbreitet; doch lehrt ein Ueberblick über die bisher bekannten Fundorte, dass es einzelne grössere Küstengebiete gibt, an denen sie bisher noch nicht aufgefunden worden ist, so namentlich an der Ostküste von Südamerika und an der Südküste von Australien. Die meisten Arten scheinen den kalten und gemässigten Meeren zuzukommen. Etwa 20 sind arktische oder antarktische Formen; ungefähr ebensoviele gehören dem atlantischen Meeresgebiete an; die übrigen finden sich im indopacifischen Gebiete, besonders an den ostindischen Inseln, den Philippinen und der Westküste Amerikas. Sie sind durchgängig Küstenbewohner; nur wenige Arten finden sich auch in Tiefen von 150—500 Faden *(serrata, capensis, tergestina, hyndmani, laevigata, frondosa, typica, asperrima)*; nur eine einzige Art *(abyssorum)* ist ausschliesslich aus der Tiefsee bekannt, aus Tiefen von 1375—2225 Faden. Viele scheinen sandigen und steinigen Boden zu bevorzugen, während andere auf schlammigem oder thonigem Boden leben.

2. *Thyone* Oken 1815 (Semper emend. 1868) (XVI, 4).
(*Θυώνη* Beiname der Semele.)

(+ *Anaperus* Troschel 1846 + *Stereoderma* Ayres 1851 + *Sclerodactyla* Ayres 1851 + *Pentamera* Ayres 1852 + *Stolus* Selenka 1867 + *Uroxia* Costa 1869 + *Thyonella* Verrill 1872 + *Trachythyone* Studer 1876.)

10 Fühler, von denen die 2 ventralen kleiner sind als die übrigen; Füsschen zahlreich und über den ganzen Körper zerstreut, nur selten auf den Radien in Längsreihen; After oft mit 5 Kalkzähnen bewaffnet.

Literatur: **Ayres** (7); **Barrois** (9); **Bell** (19); **Costa** (43); **Düben** und **Koren** (54); **Forbes** (64); **Koren** (119); **Lampert** (134, 135 und *); **Lesson** (138); **Lesueur** (139); **Ludwig** (147, 149, 151, 156, 160 und **); **von Marenzeller** (164, 165); **O. F. Müller** (188); **Pourtales** (207); **Selenka** (229, 230); **Semper** (238); **Sluiter** (242); **Stimpson** (245 und ***); **Studer** (253); **Théel** (267, 268); **Troschel** (274); **Verrill** (277, 283).

39 Arten: *belli* Ludw., *briareus* (Les.), *buccalis* Stimps., *castanea* Lamp., *challengeri* Théel, *cigaro* (Trosch.), *curvata* Lamp., *fusus* (O. F. Müll.), *gazellae* (Lamp.), *gemmata* (Pourt.), *gibber* (Sel.), *glabra* (Ayres), *hassleri* Théel, *inermis* Heller †), *inornata* (v. Marenz.), *lechleri* Lamp., *mirabilis* Ludw., *muricata* (Stud.), *okeni* Bell, *ovulum* (Sel.), *panamensis* Ludw., *papillata* Sluit., *pedata* Semp., *peruana* (Less.), *pervicax* Théel, *poucheti* Barrois, *raphanus* Düb. u. Kor. (XVI, 4), *recurvata* Théel, *rosacea* Semp., *sacellus* (Sel.), *scabra* Verr., *similis* Ludw., *spectabilis* Ludw. ††), *spinosa* (Quoy und Gaim.), *surinamensis* Semp., *suspecta* Ludw., *unisemita* (Stimps.), *venusta* Sel., *villosa* Semp.

Die Gattung ist durch einzelne Arten mit den Gattungen *Colochirus* und *Cucumaria* in enger Beziehung; den Uebergang zu *Colochirus* vermitteln insbesondere die Arten: *challengeri*, *gazellae*, *inornata*, *papillata*, *spinosa*, den zu *Cucumaria* die Arten: *gemmata*, *rosacea*, *pervicax* u. a.

Die Mehrzahl (etwa 21) der Arten findet sich in dem indopacifischen, die übrigen gehören dem atlantischen Gebiete an. Die Gattung bevorzugt die tropischen und subtropischen Küsten; nur wenige Arten kommen in kälteren Meeren vor; von diesen letzteren leben 3 in der Magellanstrasse, 1 an den Kerguelen und 3 (*fusus*, *raphanus*, *cigaro*) an nordatlantischen Küsten. Bemerkenswerth ist, dass 2 Arten (*peruana* und *similis*) sowohl westlich als auch östlich von Mittelamerika angegeben werden. Grössere Tiefen scheint keine einzige Art zu bewohnen; indessen gehen doch mehrere bis zu 100 und 150 Faden (z. B. *raphanus*, *recurvata*, *fusus*, *scabra*) oder kommen selbst noch tiefer vor (*scabra* bis 640, *poucheti* vielleicht bis 358).

*) Zool. Jahrb., IV, 1889.

**) Sitzungsberichte der Niederrhein. Gesellsch. f. Nat. u. Heilk. Bonn 1890.

***) Proceed. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia. Vol. VII. 1855/56.

†) Womit *aurantiaca* (Costa) identisch ist.

††) Identisch mit dieser Art sind *meridionalis* Bell und *cunninghami* Bell.

3. *Orcula* Troschel 1846.

(orcula Tönnchen.)

(+ *Cladolabes* Brandt 1835.)

15 ungleich grosse, abwechselnd stehende Fühler; Füsschen über den ganzen Körper vertheilt.

Literatur: **Bell** (19); **Brandt** (33); **Duncan** und **Sladen** (56); **Lampert** (134); **Ludwig** (147, 154, 161b); **Lütken** (162); **von Marenzeller** (167); **Semper** (238); **Sluiter** (242); **Stuxberg** (257); **Théel** (267); **Troschel** (274).

6 Arten: *barthii* Trosch., *cucumiformis* Semp., *hypsipyrga* v. Marenz., *limaconotus* (Br.), *luminosa* Lamp., *tenera* Ludwig.

2 von diesen Arten gehören dem nordatlantischen Eismeere, die übrigen dem indopacifischen Meeresgebiete an; keine überschreitet südwärts den südlichen Wendekreis. Alle leben in geringer Tiefe (bis 150 Faden).

4. *Phyllophorus* Grube 1840 (Ludwig emend. 1887) (XVI, 8).

(φύλλον Blatt, φορέω ich trage.)

(+ *Thyonidium* Düben und Koren 1844 + *Duasmodactyla* Ayres 1852 + *Hemicrepis* Joh. Müller 1853 + *Urodemas* Selenka 1867 + *Pattalus* Selenka 1868 + *Eucyclus* Lampert 1885.)

Mehr als 15 in der Regel ungleich grosse Fühler, von denen die kleineren mit den grösseren abwechselnd stehen und alle oder zum Theil einen zweiten inneren Kreis bilden können; die Füsschen sind über den ganzen Körper vertheilt und zeigen nur selten in den Radien eine Reihenstellung.

Literatur: **Ayres** (7); **Bell** (13, 19); **Danielssen** und **Koren** (50); **Düben** und **Koren** (54); **Fleming** (63); **Forbes** (64); **Greeff** (79); **Grube** (81); **Heller** (96); **Hutton** (108); **Lampert** (134); **Ljungman** (146); **Ludwig** (147, 149, 153, 156, 157, 158, 161a); **Lütken** (162); **von Marenzeller** (165, 167); **Sars** (221, 222); **Selenka** (229, 230); **Semper** (238); **Théel** (267); **Thompson** 269); **Verrill** (277).

28 Arten: *brocki* Ludw., *caudatus* (Hutton), *cebuensis* (Semp., *chilensis* (Semp.), *dobsoni* Bell, *drummondii* (Thomps.), *ehlersi* (Heller), *ehrenbergi* (Sel.), *flavus* (Greeff), *frauenfeldi* Ludw., *gracilis* Sel., *granulatus* (Grube), *holothurioides* Ludw., *japonicus* (v. Marenz.), *incompertus* Théel, *magnus* (Ludw.), *marionii* (v. Marenz.), *mollis* (Sel.). *occidentalis* (Ludw.), *parvus* (Ludw.), *pellucidus* (Flem.), *perspicillum* (Sel.), *productus* (Ayres), *proteus* (Bell), *rugosus* (Théel), *schmeltzii* (Ludw.), *tenuis* Haacke, *urna* Grube (XVI, 8).

Die meisten Arten finden sich in den tropischen und subtropischen Theilen des atlantischen und pacifischen Meeresgebietes; einige Arten gehören kälteren bis arktischen Gebieten an *(drummondii, pellucidus)*. Während die Küsten Südamerikas, Australiens und des westlichen stillen Oceans artenreich sind, scheint die Westküste Nordamerikas keine einzige Art zu beherbergen und auch im indischen Ocean kommt vielleicht nur eine Art *(tenuis)* vor. Alle scheinen nur in geringen Tiefen (bis etwa 80 Faden) zu leben; nur von *pellucidus* wird angegeben, dass sie einmal in 1081 Faden erbeutet worden sei.

5. *Pseudocucumis* Ludwig 1874.
(+ *Amphicyclus* Bell 1884.)

Mehr als 15 ungleich grosse Fühler, von denen die kleineren in der Regel mit den grösseren abwechselnd stehen und alle oder zum Theil einen zweiten inneren Kreis bilden; Füsschen auf die Radien beschränkt; keine Papillen auf den Interradien.

Literatur: **Bell** (14, 20); **Lampert** (134); **Ludwig** (147, 160, 161a, 161c); **Semper** (238); **Théel** (267).

4 Arten: *acicula* (Semp.), *africana* (Semp.), *japonica* Bell, *intercedens* Lamp.

Alle gehören dem indopacifischen Meeresgebiete an und überschreiten südwärts das Gebiet der heissen Zone nicht, während sie nordwärts bis Japan reichen. Sie leben in geringen Tiefen an der Küste.

6. *Actinocucumis* Ludwig 1874.
(*ἀκτίς* Strahl.)

Mehr als 15 ungleich grosse, unregelmässig abwechselnd stehende Fühler; Füsschen auf die Radien beschränkt; in den Interradien des Rückens Papillen.

Literatur: **Bell** (19); **Ludwig** (147, 156, 160); **Théel** (267).

1 Art: *typica* Ludw.

An der Westküste Vorderindiens, an der chinesischen Küste, in der Torresstrasse und an der Nordostküste Australiens, in geringer Tiefe.

7. *Colochirus* Troschel 1846 (XVI, 9, 10.)
(*κόλος* gestutzt, *χείρ* [Hand] Fühler.)
(+ *Cercodemas* Selenka 1867.)

10 Fühler; Bauch mit Füsschen in Längsreihen; Rücken mit Papillen, welche entweder auf die Radien beschränkt sind oder auch die Interradien besetzen; Körper oft vierkantig durch Abflachung der Bauchseite und Vorspringen der seitlichen Radien; Mundumgebung fünfstrahlig.

Literatur: **Lampert** (134) und *); **Lesson** (138); **Ludwig** (147, 161a, 161b); **von Marenzeller** (167); **Quoy und Gaimard** (211); **Pallas** (145); **Selenka** (229, 230); **Semper** (238); **Sluiter** (242); **Théel** (267).

11 Arten**): *armatus* v. Marenz., *cucumis* Semp., *cylindricus* Semp., *dispar* Lamp.,

---

*) Zoolog. Jahrb., IV., 1889.

**) Ob die von Hérouard (100) als *Colochirus lacazii* von Roscoff beschriebene Form wirklich in diese Gattung gehört und nicht mit einer schon bekannten *Cucumaria*-Art zusammenfällt, bedarf der näheren Untersuchung. In der obigen Aufzählung habe ich deshalb diese Form nicht mit angeführt. — Nachträglich kann ich nach einer Untersuchung einiger von Roscoff stammenden Exemplare des „*Colochirus lacazii* Hér.", welche mir die Güte des Herrn Dr. L. Cuénot ermöglichte, bestätigen, dass es sich bei dieser Form nicht um einen *Colochirus*, sondern um eine *Cucumaria* handelt. Es fehlt ihr die für *Colochirus* charakteristische Fünfstrahligkeit der Mundumgebung; auch sind ihre dorsalen Ambulacralanhänge noch im Besitze wohl entwickelter Saugscheiben, können also mit den Dorsalpapillen der echten *Colochirus*-Arten nicht zusammengeworfen werden. *Cucumaria lacazii* (Hér.), wie die Form demnach

doliolum (Pall.), *jagorii* Semp., *peruanus* Semp., *quadrangularis* (Less.) (XVI, 9, 10), *scandens* Sluit., *tuberculosus* (Quoy und Gaim.), *violaceus* Théel.*)

Leben in geringer Tiefe (bis 50 Faden) fast ausschliesslich im indopacifischen Meeresgebiete, namentlich im indischen Ocean, an den ostindischen Inseln, den Philippinen und an den Küsten Australiens; im östlichen Bezirke des stillen Oceans ist nur eine Art *(peruanus)* bekannt. In das atlantische Meeresgebiet, und zwar dessen südlichen Theil, ist nur eine Art *(doliolum)* eingedrungen. In den arktischen und antarktischen Gewässern fehlt die Gattung vollständig.

8. *Psolidium* Ludwig 1886.

10 Fühler; mittlerer Abschnitt des Triviums zu einer scharf begrenzten, dünnhäutigen Bauchscheibe abgeflacht; Füsschen auf dem Rücken zerstreut, aber an den beiden Körperenden und auf der Bauchscheibe auf die Radien beschränkt.

Literatur: **Ludwig** (160).

1 Art: *dorsipes* Ludw.

Magellansstrasse, in 16—26 Faden Tiefe.

Vielleicht ist der von Théel (268) von Porto Seguro beschriebene *Psolus braziliensis* als eine zweite *Psolidium*-Art aufzufassen. Leider gibt Théel nicht an, ob an den Körperenden die Füsschen sich auf die Radien beschränken. Falls das nicht der Fall ist, müsste man die Art zur Gattung *Theelia* stellen, dieser dann aber in ihrer Diagnose „10 oder 15" Fühler zuschreiben.

9. *Theelia* n. g.

(+ *Stolinus* Sel. 1868 = *Hypopsolus* Bell 1882.)

15 (immer?) Fühler; Bauch zu einer dünnhäutigen, scharf umgrenzten Kriechsohle abgeflacht, auf welcher die Füsschen sich in Reihen ordnen; Rücken gewölbt, mit grossen Kalkplatten, durch welche rudimentäre Füsschen hindurchtreten.

Diese neue Gattung unterscheidet sich von *Psolus*, wo ihre Arten bis jetzt untergebracht waren, durch den bemerkenswerthen Umstand, dass der Rücken Ambulacralanhänge besitzt, welche in Form rudimentärer

---

einstweilen zu nennen wäre, ist besonders auffallend durch die beutelförmige Gestalt und geringe Zahl (jederseits 5—6) ihrer Genitalschläuche; Hérouard hat schon auf diese bemerkenswerthe Form der Genitalschläuche aufmerksam gemacht (in der S. 241 citirten Abhandlung). Nur als Vermuthung möchte ich der Ansicht Raum geben, dass *Cuc. lacazii* mit der früher von Th. Barrois (9) von Concarneau beschriebenen *Cuc. lefevrii* identisch ist. Leider hat Barrois seine Art nur nach einem einzigen Exemplare aufgestellt und gerade über die Geschlechtsorgane gar nichts mitgetheilt.

*) Zu *jagorii* rechne ich auch *tristis* Ludw., zu *doliolum* auch *minutus* Ludw. und *pygmaeus* Théel. Die 4 Arten *spinosus* (Quoy u. Gaim.), *inornatus* v. Marenz., *challengeri* Théel und *gazellae* Lamp. scheinen mir im Gegensatze zu Lampert und Théel nicht in die Gattung *Colochirus*, sondern zu *Thyone* (s. d.) zu gehören.

Füsschen die Kalkplatten der Rückenhaut durchsetzen. Vielleicht liegt auch in der Fühlerzahl ein Merkmal, welches die Gattung *Theelia* von der Gattung *Psolus* durchgreifend abtrennt; doch lässt sich darüber so lange nichts Bestimmtes sagen, als wir von zwei der hierhingehörigen Arten (*disciformis* und *incerta*) die Fühlerzahl noch nicht kennen. Von *Psolidium* unterscheidet sich *Theelia*, abgesehen von der Fühlerzahl, durch den Umstand, dass die Füsschen an den Körperenden eine deutliche ambulacrale Anordnung nicht erkennen lassen.

Literatur: **Bell** (12); **Selenka** (230); **Théel** (267, 288).

4 Arten: *ambulatrix* Bell*), *cataphracta* (Sel.), *disciformis* (Théel), *incerta* (Théel), von welchen die beiden erstgenannten vielleicht identisch sind.

Ueber die möglicherweise hierher gehörige Art *brasiliensis* Théel siehe die betreffende Bemerkung bei *Psolidium*.

Die Gattung ist beschränkt auf das antarktische (Magellanstrasse, Kerguelen) und südaustralische Gebiet und lebt vorzugsweise in geringen Tiefen (bis 150 Faden); nur *disciformis* wurde in grösserer Tiefe (245 Faden) gefunden.

10. *Psolus* Oken 1815 (XVI, 5, 6, 7).

(ψωλή männliches Glied.)

(+ *Cuvieria* Peron 1817 + *Lepidopsolus* Bronn 1860 + *Lissothuria* Verrill 1867 + *Lophothuria* Verrill 1867).

10 Fühler; Bauch zu einer dünnhäutigen, scharfumgrenzten Kriechsohle abgeflacht, auf welcher die Füsschen sich in Reihen ordnen; Rücken gewölbt, ohne Ambulacralanhänge, meist mit grossen Kalkschuppen.

Literatur: **Ayres** (7); **Bell** (11, 12); **Brandt** (33); **Düben** und **Koren** (54); **Duncan** und **Sladen** (56); **Fischer** (62); **Lampert** (134 und **); **Ljungman** (146); **Ludwig** (154, 160); **Lütken** (162); **von Marenzeller** (166); **Philippi** (204); **Pourtales** (209); **Sars** (222); **Selenka** (229); **Semper** (238); **Stimpson** (247); **Strussenfelt** (252); **Studer** (253); **Théel** (267, 268); **Thomson** (271); **Verrill** (267).

13 Arten: *antarcticus* (Phil.) (XVI, 5, 6), *boholensis* Semp., *complanatus* Semp., *ephippifer* Wyv. Thoms. (XVI, 7), *fabricii* (Düb. u. Kor.), *granulatus* Ayres, *murrayi* Théel, *operculatus* (Pourt.), *ornatus* Verr., *phantapus* (Strussenf.), *pourtalesi* Théel, *squamatus* (Düb. u. Kor.), *tuberculosus* Théel.

Die Arten gehören vorzugsweise den arktischen, nordatlantischen und antarktischen Meeresgebieten an, kommen aber auch an den westatlantischen und ostpacifischen Küsten, sowie an den Philippinen vor. Die Gattung scheint von Südwesteuropa an um ganz Afrika durch den indischen Ocean bis zu den Philippinen, ferner an den australischen Küsten, Neuseeland und den Südsee-Inseln ganz zu fehlen. Die Arten leben fast alle in geringer Tiefe, doch sind *operculatus*, *murrayi*, *antarcticus*, *ephippifer* und eine Varietät von *squamatus* auch aus Tiefen von 150 bis 600 Faden bekannt geworden. Nur eine Art: *pourtalesi* Théel, lebt noch tiefer, in 1242 Faden.

---

*) Wozu wahrscheinlich auch *Cuviera porifera* Studer (253) gehört.

**) Zool. Jahrb., IV. 1889.

11. *Rhopalodina* J. E. Gray 1853 (XVI, 11).
(ῥόπαλον Keule.)

Mund und After durch äusserste Verkürzung des mittleren dorsalen Interradius eng zusammengerückt und auf der Spitze eines stielförmigen Körperabschnittes gelegen; Körper im Ganzen keulen- oder flaschenförmig; durch den eigenthümlichen Verlauf der Radialkanäle gewinnt es den Anschein, als seien nicht 5, sondern 10 Radien vorhanden, Füsschen auf die Radien beschränkt und auch auf diesen nur in der unteren Hälfte des kugeligen Körperabschnittes; 10 Fühler.

Literatur: **Gray** (75); **Ludwig** (148, 161c); **Perrier** (200); **Semper** (238).

1 Art: *lageniformis* Gray (XVI, 11), mit welcher die von Perrier aufgestellte *heurteli* wahrscheinlich identisch ist.

An der Congo- und Gabun-Küste in geringer Tiefe im Schlamm.

Ungenügend bekannte Gattungen:

Siphothuria Perrier 1886 (200) mit einer aus 99 Faden erbeuteten Art: *incurvata* Perr.

Ypsilothuria Perrier 1886 (200), mit 2 in 436 Faden Tiefe lebenden Arten: *attenuata* Perr. und *talismani* Perr.

4. Familie. *Molpadiidae* J. Müller 1850.
(= *Liodermatidae* Bronn 1860 = *Liosomatidae* Selenka 1867.)

Füsschen (und Ambulacralpapillen) fehlen. Mund endständig. Hinterende des drehrunden Körpers oft zu einem kürzeren oder längeren schwanzförmigen Abschnitte verjüngt, der sich mehr oder weniger vom Rumpfe absetzt. In der Regel sind 15 Fühler vorhanden, welche entweder eine einfach schlauchförmige (= langgestreckt kegelförmige) Gestalt haben oder nahe der Spitze jederseits mit einem oder einigen Nebenästchen besetzt = gefingert sind; die Fühlergefässe entspringen von den Radialgefässen; Fühlerampullen (vielleicht mit Ausnahme von *Eupyrgus*) vorhanden. Kalkring stets aus 5 Radial- und 5 Interradialstücken gebildet, von denen jene fast immer nach hinten zu Gabelfortsätzen verlängert, vorn aber mit einem Einschnitte oder einer Durchbohrung versehen sind. Gehörbläschen fehlen. Steinkanal stets in der Einzahl, oft an die Körperhaut befestigt. Längsmuskeln, wenigstens im Rumpfe, zweitheilig; Rückziehmuskeln nur bei einer Gattung *(Molpadia)* deutlich entwickelt; Quermuskulatur der Körperwand in den Radien unterbrochen. Kiemenbäume vorhanden. Cuvier'sche Organe nur bei einer Art. Geschlechtsschläuche rechts und links vom dorsalen Mesenterium. Kalkkörper der Haut im Ganzen denen der Dendrochiroten ähnlich; in einer Gattung *(Ankyroderma)* aber treten Ankerbildungen auf, welche an die der Synaptiden erinnern. Ausserdem kommen in der Haut häufig eigenthümliche weinrothe Körperchen vor.

6 Gattungen mit 32 Arten.

Die Molpadiiden gehören in ihren bis jetzt bekannten Arten ziemlich zu gleichen Theilen einerseits dem arktischen und atlantischen, anderseits dem indopacifischen und antarktischen Meeresgebiete an. Dem atlantisch-arktischen Gebiete fehlt die Gattung *Molpadia*, dagegen dem antarktisch-indopacifischen die Gattung *Eupyrgus*. In den wärmeren Meeren finden sich hauptsächlich *Haplodactyla* und *Caudina*, dagegen in den kälteren *Eupyrgus*, *Trochostoma* und *Ankyroderma*. Die *Molpadia*-, *Eupyrgus*-, *Haplodactyla*-, *Caudina*- und ein Theil der *Trochostoma*-Arten leben in geringer Tiefe, bis zu 150 Faden (*Eupyrgus scaber* kommt allerdings auch noch bei 197 Faden und eine Varietät der *Caudina arenata* bei mehr als 1000 Faden vor). Die übrigen *Trochostoma*-Arten dagegen, sowie fast alle *Ankyroderma*-Arten leben als Bewohner der Tiefe zwischen 150 und 2150 Faden.

Soweit Beobachtungen darüber vorliegen, kommen die Molpadiiden vorzugsweise auf schlammigem oder thonigem Boden vor.

Uebersicht der sechs Gattungen der Molpadiiden.

- Rückziehmuskeln vorhanden; Kalkring mit hinteren Gabelfortsätzen der Radialstücke; Fühlerspitze jederseits mit 2 Nebenästchen . . . . 1. *Molpadia*.
- Keine Rückziehmuskeln;
  - Kalkring ohne deutliche hintere Gabelfortsäze der Radialstücke; Fühler einfach (und angeblich ohne Fühlerampullen) . . . . 2. *Eupyrgus*.
  - Kalkring mit hinteren Gabelfortsätzen der Radialstücke;
    - Fühler einfach . . . . 3. *Haplodactyla*
    - Fühlerspitze mit Nebenästchen;
      - keine Anker in der Haut;
        - Schwanzabschnitt lang; Kalkkörper: durchlöcherte Scheiben oder Näpfe; Fühlerspitze in der Regel jederseits mit 2 Nebenästen . . . 4. *Caudina*.
        - Schwanzabschnitt kürzer; in der Haut stühlchenförmige Kalkkörper oder weinrothe Körperchen oder beiderlei Gebilde zugleich; Fühlerspitze jederseits mit 1, 2 oder 3 Nebenästchen 5. *Trochostoma*.
      - ankerförmige (und anders geformte) Kalkkörper in der Haut, in der Regel auch weinrothe Körperchen; Fühlerspitze jederseits mit 1 Nebenästchen 6. *Ankyroderma*.

1. *Molpadia* Cuvier 1817 (Semper emend. 1868).

Fühlerspitze jederseits mit 2 Nebenästchen; Kalkkörper der Haut in Form knotiger oder bedornter, durchlöcherter, runder Scheiben; Kalkring mit hinteren Gabelfortsätzen der Radialstücke; ausgezeichnet durch den Besitz deutlicher Rückziehmuskeln.

Literatur: **Lampert** (134); **J. Müller** (184); **Semper** (238).

2 Arten: *australis* Semp., *chilensis* J. Müll.

Bei *chilensis* kommt es individuell vor, dass die Zahl der Fühler bis auf 12 sinkt.

Die eine Art lebt an der Küste von Chile, die andere an den Küsten Australiens und Neuseelands; beide in geringer Tiefe.

2. *Eupyrgus* Lütken 1857.
(*εὔπυργος* wohlgethürmt.)
(= *Echinosoma* Semp. 1868.)

Fühler einfach (ohne Nebenästchen), angeblich auch ohne Fühlerampullen; Kalkkörper der sehr rauhen Haut in Form grosser, durchlöcherter Scheiben, welche einen langen, stachelförmigen Aufsatz tragen; Kalkring ohne hintere Gabelfortsätze der Radialstücke; keine Rückziehmuskeln.

Literatur: **Danielssen** und **Koren** (50); **Lütken** (162); **Semper** (238); **Stuxberg** (257); **Théel** (267).

1 Art: *scaber* Lütken, im nördlichen Eismeer in 12—197 Faden Tiefe.

Das von Semper behauptete Fehlen der bei allen anderen Molpadiiden vorhandenen Fühlerampullen bedarf erneuerter Untersuchung. Auch durch Fehlen der radialen Gabelfortsätze des Kalkringes stellt sich diese Gattung in Gegensatz zu allen anderen Mitgliedern der Familie; indessen sind nach Théel wenigstens Andeutungen der Gabelfortsätze auch hier vorhanden.

3. *Haplodactyla* Grube 1840 (Semper emend. 1868).
(*ἁπλόος* einfach, *δάκτυλος* Finger.)

Fühler einfach (ohne Nebenästchen); Kalkkörper der Haut, wenn vorhanden, in Form von krausen oder verästelten oder biscuitförmigen Stäbchen oder durchlöcherten Plättchen; Kalkring mit hinteren Gabelfortsätzen der Radialstücke; keine Rückziehmuskeln.

Literatur: **Grube** (81); **Ludwig** (156, 161a); **Semper** (238); **Sluiter** (241 u. 242).

5 Arten: *australis* Semp., *holothurioides* (Cuv.), *hyaloeides* Sluit., *molpadioides* Semp., *punctata* Sluit.

Bei den Arten *australis, molpadioides, hyaloeides* und *punctata* kommen kleine Analpapillen vor; bei *hyaloeides* sollen nach Sluiter (241) rudimentäre Rückziehmuskeln vorhanden sein.

Mit Ausnahme der angeblich aus dem atlantischen Ocean stammenden Art *holothurioides* ist die Gattung auf die ostindische Inselwelt und benachbarte Meeresgebiete beschränkt und kommt in geringen Tiefen vor.

4. *Caudina* Stimpson 1853 (XVII, 6).
(cauda Schwanz).
(+ *Microdactyla* Sluiter 1880).

Fühlerspitze jederseits in der Regel mit 2 Nebenästchen; Kalkkörper der Haut in Form von durchlöcherten Scheiben oder Näpfen; Kalkring

mit hinteren Gabelfortsätzen der Radialstücke; keine Rückziehmuskeln; ausgezeichnet durch die beträchtliche Länge des schwanzartig verjüngten hinteren Körperabschnittes.

Literatur: **Hutton** (109); **Kingsley** (117); **Lampert** (134); **Ludwig** (157); **von Marenzeller** (167); **Sluiter** (241); **Stimpson** (247); **Théel** (267 u. 268).

4 Arten: *arenata* (Gould) (XVII, 6), *caudata* (Sluit.), *coriacea* (Hutton), *ransonnetii* v. Marenz.

Bei der nur mangelhaft bekannten *caudata* werden nur 12 Fühler angegeben, welche auch der Nebenästchen entbehren und dafür mit einer scheibenförmigen Abstutzung endigen sollen; bei *arenata* kommt als individuelle Abänderung eine Abnahme der Fühlerzahl bis auf 12 vor. Bei *coriacea* werden 5 Gruppen von Analpapillen erwähnt.

Die Art *arenata* gehört dem westlichen atlantischen Ocean (Ostküste der Vereinigten Staaten) an, während die drei anderen im indopacifischen Meeresgebiete vorkommen (Japan, Sundastrasse, Neuseeland.) Die Arten leben durchweg in geringer Tiefe; nur eine Varietät der *arenata* ist in Tiefen von 898—1242 Faden gefunden worden.

5. *Trochostoma* Danielssen und Koren 1877 (XVII, 7).
(τροχός Rad, στόμα Mund.)
(+ *Liosoma* Stimpson 1857 + *Embolus* Selenka 1867; = *Trochosoma* Hoffmann 1881.)

Fühlerspitze jederseits mit 1 oder 2 oder 3 Nebenästchen; in der Haut stühlchenförmige Kalkkörper in mannigfach abgeänderter Form oder weinrothe Körperchen oder beiderlei Gebilde zugleich; Kalkring mit hinteren Gabelfortsätzen der Radialstücke; keine Rückziehmuskeln.

Literatur: **Danielssen** und **Koren** (49, 50); **Lampert** *); **von Marenzeller** (166); **M. Sars** (222); **Stimpson** (248); **Théel** (267, 268); **Verrill** (283 u. **).

12 Arten: *abyssicola* Verr., *albicans* Théel, *antarcticum* Théel, *arcticum* (v. Marenz.) (XVII, 7), *arenicola* (Stimps.), *ayresii* Verr., *blakei* Théel, *boreale* (Sars), *oolithicum* (Pourt.), *thomsonii* Dan. u. Kor., *turgidum* (Verr.), *violaceum* (Stud.).

Fast die Hälfte der Arten, nämlich: *boreale, thomsonii, arcticum, antarcticum* und *albicans*, besitzen Analpapillen; bei *arenicola* sollen nach Théel (267) Andeutungen von Rückziehmuskeln vorkommen. *Tr. thomsonii* Dan. u. Kor. und *arcticum* (v. Marenz.) werden von Levinson (141) für identisch mit *boreale* (Sars) gehalten.

Die meisten Arten gehören der arktischen oder antarktischen Fauna oder dem westlichen atlantischen Meeresgebiete an; eine (noch nicht näher bestimmte) Art findet sich an der californischen, eine andere westlich von der chilenischen Küste. Auffallend ist, dass die westatlantische *albicans* auch in der Nähe von Neuseeland und die antarktische *antarcticum* auch an der Nordwestküste von Neu-Guinea angetroffen worden sind.

---

*) Zoolog. Jahrbücher, IV, 1889.

**) Americ. Journ. Sc. and Arts. Vol. 67, 1879, p. 473.

Auch einige andere Arten zeigen eine weite Verbreitung, so kommt die arktische Art *boreale* auch an dem Florida-Riff und die ebenfalls arktische Art *arcticum* auch an den kleinen Antillen vor. Nur die Hälfte der Arten scheint weniger tiefes Wasser zu bevorzugen; die übrigen kommen zum Theil in sehr erheblichen Tiefen, bis mehr als 2000 Faden, vor; so steigen schon *antarcticum*, *arcticum*, *thomsonii* und *turgidum* in Tiefen von 340—860 Faden hinab; noch tiefer kommen vor *albicans* (700 bis 1240 Faden) und *blakei* (955 Faden) und in grossen Tiefen von 1200 bis 2160 Faden leben *ayresii*, *abyssicola* und eine nicht näher bestimmte (von Théel untersuchte) Art.

6. *Ankyroderma* Danielssen und Koren 1879.
(ἄγκυρα Anker, δέρμα Haut.)

Fühlerspitze jederseits mit einem Nebenästchen; in der Haut ausser andersgeformten Kalkkörpern kalkige Anker, welche in der Regel je einer Rosette von spatelförmigen Kalkkörpern aufsitzen; ausserdem in der Regel weinrothe Körperchen in der Haut; Kalkring mit hinteren Gabelfortsätzen der Radialstücke; keine Rückziehmuskeln.

Literatur: **Danielssen** und **Koren** (49, 50); **Ludwig***); von **Marenzeller** (167); **Petit** (201); **Risso** (214); **Theel** (267, 268); **Verrill** (283).

8 Arten: *agassizii* Théel, *danielsseni* Théel, *jeffreysii* Dan. u. Kor., *limicola* Verrill, *marenzelleri* Théel, *musculus* (Risso), *roretzii* v. Marenz., *simile* Théel.**)

Die Rosetten der spatelförmigen Kalkkörper scheinen nur bei *marenzelleri*, die weinrothen Körperchen nur bei *agassizii* zu fehlen. Bei *musculus* scheinen individuelle Abweichungen von der typischen Fühlerzahl vorzukommen (14 oder 16 statt 15).

Die Hälfte der Arten gehört dem atlantischen und arktischen, die andere dem pacifischen und antarktischen Meeresgebiete an. Unter jenen kommt eine Art (*musculus*) als einziger Vertreter der ganzen Familie im Mittelmeere vor. Die meisten Arten leben in einer Tiefe von 150 bis 810 Faden, sind also schon Tiefseethiere, während andere etwas oberflächlicher angetroffen werden (*A. musculus* bei 50—285 Faden) oder in noch grössere Tiefen herabsteigen (*A. agassizii* in 1507 Faden).

II. Ordnung. *Paractinopoda* Ludwig 1891.

Die äusseren Anhänge des Wassergefässsystemes entspringen nur zum Theil von den Radialkanälen, zum anderen Theil aber vom Ringkanal und treten nur in Gestalt von Fühlern im Umkreis des Mundes auf.

---

*) Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 51, 1891.

**) Auf S. 209 ist die Gattung *Ankyroderma* irrthümlich unter den Synaptiden, statt unter den Molpadiiden aufgeführt.

5. Familie. *Synaptidae* Burmeister 1837.
(= *Chiridotae* Grube 1840.)

Füsschen (und Ambulacralpapillen) fehlen. Mund endständig. Körper drehrund, mehr oder weniger gestreckt, wurmähnlich. 10—27 gefiederte oder gefingerte Fühler; die Fühlerkanäle entspringen zum Theil aus dem Ringkanal, zum anderen Theil von den Radialkanälen; Fühlerampullen nur angedeutet. Kalkring oft mit mehr als fünf Interradialstücken; die Radialstücke nicht selten durchbohrt. Steinkanal mitunter in grösserer Zahl. Gehörbläschen am Ursprunge der Radialnerven. Längsmuskeln der Körperwand in der Regel ungetheilt; Rückziehmuskeln mitunter vorhanden; Quermuskulatur ununterbrochen. Kiemenbäume fehlen. Wimperorgane an der Wand der Leibeshöhle vorhanden. Keine Cuvier'schen Organe. Geschlechtsschläuche rechts und links vom dorsalen Mesenterium und bei vielen Arten zwitterig. Kalkkörper der Haut besonders in Form von Ankern und Rädchen.

7 Gattungen mit 81 Arten.

In ihrer geographischen Verbreitung gehören die Synaptiden in ihren beiden Hauptgattungen *(Synapta* und *Chiridota)* und mit der Mehrzahl ihrer Arten den Meeren der heissen und gemässigten Zonen an. Nur in kälteren Meeresgebieten finden sich dagegen die artenarmen Gattungen: *Trochoderma*, *Myriotrochus* und *Acanthotrochus*, sowie einzelne *Synapta*-, *Anapta*-, *Trochodota*- und namentlich *Chiridota*-Arten. Ausschliesslich arktisch (und nordatlantisch) sind: *Trochoderma, Myriotrochus* und *Acanthotrochus* und von diesen wieder *Myriotrochus* zugleich circumpolar; dagegen vorwiegend antarktisch die Gattung *Trochodota.*

Nur sehr wenige Arten leben tiefer als in 150 Faden (3 *Synapta*- und 1 *Acanthotrochus*-Art).

Uebersicht der sieben Gattungen der Synaptiden.

<table>
<tr><td rowspan="2">Die Kalkkörper sind niemals Rädchen, sondern</td><td colspan="3">Anker und Ankerplatten, ausserdem häufig sog. Hirseplättchen . . . .</td><td>1. Synapta.</td></tr>
<tr><td colspan="3">ovale, biscuitförmige oder gekrümmte Stäbchen oder fehlen ganz . . . .</td><td>2. Anapta.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Die Kalkkörper sind alle oder zum Theil Rädchen;</td><td rowspan="2">die Rädchen haben 6 Speichen und am Rande keine grossen Zähne;</td><td colspan="2">die Rädchen stehen gehäuft in besonderen Papillen (Rädchenpapillen) . . . .</td><td>3. Chiridota.</td></tr>
<tr><td colspan="2">die Rädchen stehen einzeln zerstreut (keine Rädchenpapillen)</td><td>4. Trochodota.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Die Rädchen haben 8—24 Speichen und am Rande grosse Zähne und sind nicht in Papillen gehäuft (keine Rädchenpapillen);</td><td rowspan="2">nur eine Sorte von Rädchen,</td><td>welche in mehreren Schichten dicht gedrängt liegen . . . .</td><td>5. Trochoderma.</td></tr>
<tr><td>welche auseinander gerückt liegen . .</td><td>6. Myriotrochus.</td></tr>
<tr><td colspan="2">zwei Sorten von Rädchen, deren Speichen flügelförmig verbreiterte Seitenränder haben .</td><td>7. Acanthotrochus.</td></tr>
</table>

1. ***Synapta*** Eschscholtz 1829 (XVII, 4).

(συνάπτω ich hefte zusammen.)

(+ *Fistularia* Forskal 1775 partim + *Mülleria* Flemming 1828 + *Fistularia* Blainv. 1830 partim + *Tiedemannia* F. S. Leuckart 1830*) + *Oncinolabes* Brandt 1835 + *Dactylota* Brandt 1835 partim + *Reynodia* (?) Brandt 1835 + *Synaptula* Oerstedt 1849 + *Leptosynapta* Verrill 1867 + *Heterosynapta* Verrill 1867.

10—25 Fühler; die Kalkkörper (S. 36—39 u. I, 1—4) sind Anker und Ankerplatten, ausserdem häufig sog. Hirseplättchen (S. 39); Zwitter (alle?).

Literatur: **Ayres** (7); **Baur** (10); **Brandt** (33); **Düben** und **Koren** (53, 54); **Eschscholtz** (59); **Forskal** (65); **Grube** (81, 82); **Held** (95); **Heller** (96); **Herapath** (97); **Hutton** (108); **Jäger** (110); **Lampert** (134 u. **); **Lesson** (138); **Lesueur** (139); **Ludwig** (147, 149, 153, 154, 160, 161b); **von Marenzeller** (167); **Montagu** (175); **Joh. Müller** (183, 184 u. 185); **O. F. Müller** (188); **Pourtales** (207); **Quatrefages** (210); **Selenka** (229); **Semon** (235); **Semper** (238); **Sluiter** (242 u. ***); **Théel** (267); **Verrill** (277, 283); **Woodward** und **Barrett** (286).

51 Arten: *abyssicola* Théel, *aculeata* Théel, *albicans* Sel., *asymmetrica* Ludw., *autopista* v. Marenz., *bankensis* Lud., *benedeni* Ludw., *beselii* Jäg., *bidentata* Woodw. u. Barr., *brychia* Verr., *challengeri* Théel, *digitata* (Mont.), *distincta* v. Marenz., *dubia* Semp., *glabra* Semp., *godeffroyi* Semp., *gracilis* Sel., *grisea* Semp., *hispida* Hell, *incerta* Ludw., *indivisa* Semp., *inhaerens* (O. F. Müll.) (XVII, 4), *innominata* Ludw., *insolens* Théel, *kallipeplos* Sluit., *kefersteinii* Sel., *lactea* Sluit., *lappa* Joh. Müll., *ludwigii* Sluit., *molesta* Semp., *nigra* Semp., *ooplax* v. Marenz., *orsinii* Ludw., *petersi* Semp., *picta* Théel, *polii* Ludw., *psara* Sluit., *pseudo-digitata* Semp., *recta* Semp., *reticulata* Semp., *rodea* Sluit., *roseola* Verr., *serpentina* Joh. Müll., *similis* Semp., *striata* Sluit., *tenera* Norm., *tenuis* (Quoy u. Gaim.), *uncinata* Hutton, *verrilli* Théel, *vittata* (Forsk.), *vivipara* (Oerst.).

Vorzugsweise in den Meeresgebieten der heissen und der gemässigten Zonen, namentlich im indischen Ocean, der ostindischen Inselwelt, dem pacifischen und westatlantischen Ocean. Das südlichste Vorkommen ist an der Küste von Neuseeland; nördlich geht die Gattung an den süd- und westeuropäischen Küsten bis in das arktische Eismeer, welches aber nur von einer einzigen Art *(inhaerens)* erreicht wird. Weitaus die meisten Arten gehören dem indopacifischen Gebiete an. Die meisten sind Küstenbewohner, welche auf abgestorbenen und lebenden Korallenbänken, sandigem und schlammigem Boden in geringer Tiefe leben. Nur wenige leben zwischen 150—500 Faden (z. B. *aculeata* in 345 Faden) oder dringen selbst in grosse Tiefen ein (*brychia* in 2100 Faden; *abyssorum* in 2350 Faden). Eine Art *(similis)* ist dadurch besonders bemerkenswerth, dass sie in brackigem Wasser lebt (im Schlamm der Mangrovesümpfe von Bohol).

---

*) Isis 1830, S. 685.

**) Zoolog. Jahrb., IV, 1889.

***) Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië. Bd. XLIX. Batavia 1889.

2. *Anapta* Semper 1868.

(ἄναπτος nicht angeheftet.)

(+ *Toxodora* Verrill 1882.)

12 Fühler*); Kalkkörper in Form ovaler, biscuitförmiger oder gekrümmter Stäbchen oder ganz fehlend (niemals Anker oder Rädchen); Zwitter (alle ?).

Literatur: **Lampert** **); **von Marenzeller** (167); **Semper** (238); **Sluiter** (242); **Verrill** (281, 1882).

5 Arten: *fallax* Lamp., *ferruginea* (Verr.), *gracilis* Semp., *japonica* (v. Marenz.), *subtilis* Sluit.

Ausser den schon von Anderen in diese Gattung gestellten Arten *(gracilis, subtilis, fallax)* scheinen mir auch die *Chiridota japonica* v. Marenz. und die *Toxodora ferruginea* Verr. in dieselbe zu gehören, denn beide besitzen keine Spur der für *Chiridota* charakteristischen Rädchen. *Chiridota japonica* wird von Lampert (134) und Théel (267) offenbar nur wegen der S-förmigen Biegung ihrer Kalkstäbchen, die an das Verhalten einzelner Chiridoten erinnert, in die Gattung *Chiridota* gestellt und aus ähnlichem Grunde ordnet Théel (237) die von Lampert übersehene, mit C-förmigen Kalkkörpern ausgestattete *Toxodora ferruginea* Verr. in dieselbe Gattung. Wenn man aber die *Anapta gracilis*, *subtilis* und *fallax* nicht in die Gattung *Synapta* stellt, weil ihnen Anker und Ankerplatten fehlen, so dürfte es nur consequent sein, auch aus der Gattung *Chiridota* alle Formen herauszulassen, welchen die Rädchen fehlen. Als „Synapten ohne Anker" kann man aber die Gattung *Anapta* in dem hier angenommenen Umfange wohl deshalb nicht gelten lassen, weil die Stäbchen von *japonica* und *ferruginea* entschieden auf eine nähere Verwandtschaft dieser Arten mit den echten Chiridoten als mit den echten Synapten hinweisen. Aber auch die bei *gracilis* und *fallax* vorkommenden Kalkkörperchen (*subtilis* entbehrt derselben überhaupt) finden sich bei echten Chirodoten und sprechen also wenigstens nicht dagegen, wenn man die *Anapta*-Arten überhaupt als „Chiridoten ohne Rädchen" auffasst.

Leben ähnlich wie die *Synapta*-Arten. 3 Arten gehören dem indopacifischen Gebiete an, während die beiden anderen im westlichen und südlichen Theile des atlantischen Oceans vorkommen. Nur eine *(ferruginea)* findet sich unter der 100 Faden-Linie (in 100—155 Faden).

3. *Chiridota* Eschscholtz 1829.

(χειριδωτός mit Armen versehen.)

(+ *Liosoma* Brandt 1835 + *Dactylota* Brandt 1835 partim + *Trochinus* Ayres 1852 + *Lioderma* Bronn 1860 + *Taeniogyrus* Semper 1868 + *Sigmodota* Studer 1876.)

---

*) Théel (267) hat die Zahl der Fühlernebenäste der einen Art *gracilis* in die Gattungsdiagnose aufgenommen, was mit Rücksicht auf die übrigen in diese Gattung zu stellenden Arten nicht angeht.

**) Zoolog. Jahrb., IV, 1889.

10—20 Fühler; die Kalkkörper sind Rädchen (S. 39 u. I, 5), welche in besonderen Papillen (Rädchenpapillen) gehäuft stehen und in der Regel sechs Speichen und eine sehr feine Zähnelung (aber keine grossen Zähne) am Radumfang besitzen; ausserdem finden sich meistens biscuitförmige oder gekrümmte Kalkstäbchen (S. 41 u. I, 6, 7); Zwitter (alle?).

Literatur: **Brandt** (33); **Duncan** und **Sladen** (56); **Eschscholtz** (59); **Grube** (82, 83); **Jäger** (110); **Lampert** (134, 135 u. *); **Ludwig** (147, 153, 154, 160, 161 b); **Joh. Müller** (184); **Selenka** (229); **Semper** (238); **Théel** (267).

20 Arten: *amboinensis* Ludw., *australiana* Stimps., *contorta* Ludw., *discolor* Eschsch., *dunedinensis* Parker, *dubia* Semp., *eximia* Haacke, *incongrua* Semp. *laevis* (Fabr.), *liberata* Sluit., *panaensis* Semp., *pisanii* Ludw., *purpurea* (Less.), *pygmaea* J. Müll., *rigida* Semp., *rotifera* (Pourt.), *rubeola* (Quoy u. Gaim.), *rufescens* (Br.), *violacea* Peters, *vitiensis* Gräffe.

Von den bis jetzt meistens zu *Chiridota* gerechneten Arten sind 4 in der vorstehenden Aufzählung nicht genannt, nämlich erstens *japonica* v. Marenz. und *ferruginea* (Verr.), welche ich zu *Anapta* ziehen zu müssen glaube (s. d.) und zweitens *studeri* Théel und *venusta* Semon, welche ich als Vertreter einer besonderen Gattung *Trochodota* betrachte (s. d.). — In Betreff der *Ch. australiana* hat sich durch ein Versehen Semper's (238) die Angabe in der Literatur, z. B. bei Lampert (134), festgesetzt, dass bei dieser Art ausser Rädchen auch die sonst nur bei *Synapta* vorkommenden Anker sich vorfinden. Die einzigen Autoren aber, denen diese Art wirklich vorgelegen hat, Stimpson**) und Théel (267), wissen davon nichts, sondern beschreiben einfach haken- oder S-förmige Stäbchen (ausser den Rädchen), keine Anker.

Die Gattung rückt in ihrem geographischen Verbreitungsbezirk viel weiter in die nördlichen (1 Art) und südlichen (4 Arten) kalten Meeresbezirke vor, als das bei *Synapta* der Fall ist. Ihr Hauptbezirk sind die westlichen und nördlichen Theile des atlantischen, namentlich aber der westliche und südliche Theil des indischen Oceans, sowie die indopacifischen Gewässer. Alle leben in geringer Tiefe; nur eine Art *(contorta)* steigt bis 120 Faden Tiefe herab. Sie halten sich vorzugsweise auf schlammigem und sandigem Boden, seltener auf Korallenbänken auf.

4. *Trochodota* n. g.
(τροχός Rad.)

10 Fühler; Kalkkörper wie bei *Chiridota*, aber die Rädchen nicht in Papillen gehäuft, sondern einzeln zerstreut; Zwitter (alle?).

Literatur: **Lampert*****); **Semon** (235); **Théel** (267).

2 Arten: *studeri* Théel, *venusta* Semon.

Für die beiden bisher zu *Chiridota* gerechneten Arten *studeri* und *venusta* scheint mir die Aufstellung obiger neuen Gattung nöthig, denn sie

*) Zoolog. Jahrb., IV, 1889.

**) Proceedings of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia, Vol. VII, 1855, pag. 386.

***) Zoolog. Jahrb., IV, 1889, p. 849.

unterscheiden sich von allen echten Chiridoten dadurch, dass die Rädchen nicht in Papillen gehäuft, sondern gesondert stehen. Diese Anordnung der Rädchen erinnert an *Myriotrochus* und *Acanthotrochus*, während die Form der Rädchen dieselbe ist wie bei *Chiridota*. Die beiden Arten *studeri* und *venusta* stimmen in der Zahl der Fühler und dem Besitz S-förmiger Kalkkörper miteinander überein. Ich betrachte die neue Gattung als ein von *Chiridota* zu *Myriotrochus* hinüberführendes Verbindungsglied.

Wenn man sich Lampert's Ansicht*) anschliesst, dass auch die *Chiridota dunedinensis* Parker gesonderte Rädchen habe, muss man dieselbe als eine dritte Art der Gattung *Trochodota* gelten lassen. Indessen ist die einzige vorliegende Beschreibung von Parker (197) so dürftig und gerade in dem Punkte, auf den es hier ankommt, so unsicher, dass ich es vorgezogen habe, die Art einstweilen bei *Chiridota* stehen zu lassen; in der Bemerkung Parker's, dass die Haut weder Tentakel noch Papillen besitze, scheint sich „Tentakel" und „Papillen" auf die fehlenden Ambulacralanhänge zu beziehen, während Lampert meint, dass Parker hier unter „Papillen" an Rädchenpapillen denke.

Von den beiden Arten kommt die eine *(venusta)* im Mittelmeere, die andere *(studeri)* im antarktischen Meere (Kerguelen und Magellanstrasse) in geringen Tiefen vor.

5. *Trochoderma* Théel 1877.

(τροχός Rad, δέρμα Haut.)

10 Fühler; die Kalkkörper sind Rädchen (S. 40) mit 10—16 Speichen und mit grösseren centripetal gerichteten Zähnen am Radumfang und liegen in der durch sie harten Haut in mehreren Schichten übereinander; getrenntgeschlechtlich.

Literatur: **Levinsen** (141), **Stuxberg** (257); **Théel** (262).

1 Art: *elegans* Théel.

An Nowaja Semlja und im Karischen Meere, in 5—93 Faden Tiefe.

6. *Myriotrochus* Steenstrup 1851 (XVII, 5).

(μυρίος sehr viel, τροχός Rad.)

(+ *Oligotrochus* M. Sars 1866)

12 Fühler; die Kalkkörper sind einzeln und gesondert liegende Rädchen (S. 40 u. I, 8) mit zahlreichen (15—24) Speichen und noch mehr (23—25) grossen, centripetal gerichteten Zähnen am Radumfang; getrenntgeschlechtlich.

Literatur: **Danielssen** und **Koren** (49, 50); **Duncan** und **Sladen** (56); **Fischer** (62); **Hoffmann** (105); **Lampert** (134); **Levinsen** (141); **Ludwig** (157, 158); **Lütken** (162); **G. O. Sars** (219); **M. Sars** (224 u. in 120); **Steenstrup** (244); **Stuxberg** (257); **Théel** (262, 267).

1 Art: *rinkii* Steenstr. (XVII, 5).

*) Zoolog. Jahrb., IV, 1889, p. 849.

Im arktischen Meere, wahrscheinlich circumpolar, in 2—120 Faden Tiefe.

7. *Acanthotrochus* Danielssen und Koren 1879.
(ἄκανθα Stachel, τροχός Rad.)

12 Fühler; die Kalkkörper sind Rädchen (S. 40) von zweierlei Form: die einen, kleineren, mit in der Regel 11 Speichen und doppelt so vielen centripetal gerichteten grossen Zähnen am Radumfang; die anderen, grösseren (I, 14), mit gewöhnlich 8 Speichen und ebensovielen damit alternirenden centrifugalen grossen Dornen am Radumfang; die Speichen beider Rädchensorten haben flügelförmig verbreiterte Seitenränder; getrenntgeschlechtlich.

Unterscheidet sich von *Myriotrochus* nur durch das Auftreten der zweiten Sorte von Rädchen.

Literatur: **Danielssen** und **Koren** (49, 50).

1 Art: *mirabilis* Dan. u. Kor.

Zwischen Spitzbergen und Norwegen in bedeutender Tiefe (658 bis 1110 Faden).

Als zweifelhafte Gattung ist den Synaptiden anzufügen: *Rhabdomolgus Keferstein* 1863.

Literatur: **Keferstein** (115); **Lampert** (134); **Petit** (202); **Semper** (238); **Théel** (267).

1 Art: *ruber* Kef., unvollständig bekannt, nur einmal bei St. Vaast pelagisch beobachtet. Nach Petit, welcher an derselben Oertlichkeit ein Exemplar der *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) mit nur 10, statt der normalen 12 Fühler fand, ist es höchst wahrscheinlich, dass der Keferstein'schen Gattung ein abnormales oder junges Exemplar der genannten *Synapta*-Art zu Grunde liegt.

E. Geographische Verbreitung.

Da schon im vorhergehenden, systematischen Abschnitte bei jeder Gattung, Subfamilie und Familie sowohl die horizontale als auch die vertikale Verbreitung angegeben worden ist, so können wir uns hier darauf beschränken, über die dort erwähnten geographischen Thatsachen einen zusammenfassenden und vergleichenden Ueberblick zu geben. Wir gehen dabei aus von den geographischen Zusammenstellungen, welche Semper (238), Lampert (134) und Théel (267) veröffentlicht haben.

I. Die horizontale Verbreitung.

Bei der Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse, welche damals noch viel grösser war als heute, musste Semper (238) darauf verzichten, bestimmte faunistische Bezirke für die Horizontalverbreitung der Holothurien abzugrenzen. Nur zum äusseren Zwecke einer vorläufigen übersichtlichen Anordnung vertheilte er die Fundorte der damals bekannten Arten auf acht Gebiete, als welche er unterscheidet:

	Zahl der Arten			
	a. Synaptidae	b. Molpadiidae	c. Dendrochirotae	d. Aspidochirotae
1. Ostafrika, Rothes Meer, Ile de France	4	0	11	21
2. Hinterindische Inseln, Molukken, Neu-Guinea etc.	6	2	5	26
3. Philippinen	17	1	19	25
4. Polynesien	10	0	9	49
5. Mittelmeer	2	2	12	7
6. Westindien, tropischer Theil der Ostküste von Süd-, Mittel- und Nord-Amerika	6	0	2	16
7. Nordisch-Atlantischer Ocean	11	4	31	6
8. Westküste von Amerika	1	1	8	9

In ähnlicher Weise wie Semper hat später Lampert (134) eine Liste aller bekannten Fundorte zusammengestellt, die indessen darin über Semper hinausgeht, dass sie unter Berücksichtigung der Temperatur- und

Strömungs-Verhältnisse bestimmte faunistische Bezirke (Kreise, Distrikte) abzugrenzen versucht. Er glaubt die in der folgenden Uebersicht angeführten 13 Bezirke unterscheiden zu müssen. Die Vertheilung der ihm bekannten Arten auf diese 13 Bezirke berechnet sich, wenn man die über jeder senkrechten Columne der Liste angegebene Artenzahl gleich 100

Geographische Bezirke	Aspidochirotae, 159 Arten	Dendrochirotae, 163 Arten	Elasipoda, 55 Arten	Molpadiidae, 24 Arten	Synaptidae, 72 Arten	Holothurioidea überhaupt, 473 Arten
I. Nordische Meere	0,62	7,97	3,63	25,00	8,33	5,92
II. Beringssee	0,62	3,06	0,00	0,00	4,16	1,90
III. Westküste Mittel- und Südamerikas	6,29	8,59	21,82	8,33	1,39	8,24
IV. Südatlantischer Ocean	7,54	6,16	10,91	8,33	4,16	6,98
V. Mittelatlantischer Ocean	13,83	6,75	1,82	8,33	5,55	8,46
VI. Nordatlantischer Ocean	6,29	19,01	9.09	20,83	19,44	13,74
VII. Mittelländisches Meer	7,54	10,43	0.00	4,16	5,55	7,19
VIII. Indischer Ocean	32,08	14,11	0.00	0,00	12,50	17,55
IX. Indo-chinesisches Gebiet	35,85	20,86	1.82	25,00	31,94	25,58
X. Chinesisch-japanisches Gebiet	3,14	6,75	3,63	12.50	8,33	5,71
XI. Südsee	38,36	1,84	21,82	0,00	18,05*	18.81
XII. Australien	16,35	12,88	9,09	12,50	4,16	12,26
XIII. Antarktisches Gebiet	1,88	6,16	49,09	4,16	1.39	8,88
Zusammen:	170,39	124,57	132,72	129,14	124,95	141,22

setzt, auf die in der betreffenden Columne stehende Ziffer. Der Ueberschuss, um welchen die Summe einer jeden Columne die Zahl 100 übertrifft, erklärt sich aus dem Umstande, dass viele Arten in mehr als einem Bezirke vorkommen. Die Grösse dieses Ueberschusses nimmt natürlich zu mit der grösseren Zahl derartiger weitverbreiteter Arten. Wie ein Vergleich der Columnen-Summen lehrt, übertreffen die Aspidochiroten durch ihren Reichthum weitverbreiteter Arten alle anderen Familien um einen erheblichen Betrag, während die vier anderen Familien in dieser Hinsicht unter sich keinen grossen Unterschied erkennen lassen; die Synaptiden und Dendrochiroten zeigen sogar fast vollständige Uebereinstimmung.

Lampert hat in derselben Weise (siehe die folgende Tabelle) auch die tropischen und nichttropischen Arten einander gegenübergestellt. Er versteht dabei unter tropisch das Gebiet zwischen dem 40° nördlicher und südlicher Breite, mit Ausschluss des Mittelmeeres und des chinesisch-japanischen Gebietes, also seine Bezirke No. III, IV, V, VIII, IX, XI, XII, dagegen unter nichttropisch die gemässigten, arktischen und antarktischen Bezirke No. I, II, VI, VII, X, XIII. Wie die Tabelle lehrt, übertrifft bei allen Familien die Zahl der tropischen Arten diejenige der nicht-

*) Bei Lampert steht hier irrthümlich 16,63.

tropischen, aber in sehr ungleichem Maasse; weitaus am stärksten bei den Aspidochiroten, schon sehr viel schwächer bei den Synaptiden, noch schwächer bei den Dendrochiroten und weiterhin in immer kleiner werdendem Betrage bei den Molpadiiden und Elasipoden. Dass bei der letztgenannten Familie die Zahl der tropischen Arten nur noch ganz unerheblich diejenige der nichttropischen übersteigt, erklärt sich daraus, dass diese Familie fast ausschliesslich aus Arten der kalten Tiefsee gebildet wird. Doch ist auffallend, dass trotzdem die Verhältnisszahl der sowohl tropisch als nichttropisch bekannten Arten bei den Elasipoden geringer ist als bei den Molpadiiden. Indessen drückt sich darin wohl nur die derzeitige grosse Dürftigkeit der Kenntnisse aus, welche wir über die horizontale Verbreitung der Elasipoden besitzen.

	Aspidochirotae, 159 Arten	Dendrochirotae, 163 Arten	Elasipoda, 55 Arten	Molpadiidae, 24 Arten	Synaptidae, 72 Arten	Holothurioidea überhaupt, 473 Arten
Tropisch	86,10	59,50	54,54	62,50	68,05	69,34
Nichttropisch	17,61	44,17	52,18	50,00	36,08	35,30
Tropisch und nichttropisch	3,77	3,68	7,25	12,50	4,16	4,65

Vergleicht man in der ersten Lampert'schen Tabelle (S. 363) den relativen Reichthum an Holothurien überhaupt, welcher auf die einzelnen Bezirke entfällt, so überragt das indo-chinesische Gebiet (= Meerbusen von Bengalen, australasiatisches Mittelmeer, chinesische Südsee, Nikobaren, Sunda-Inseln, Molukken, Philippinen) mit 25,58 % alle anderen Bezirke. Dann folgen das Gebiet der Südsee mit 18,81 und der Indische Ocean mit 17,55 %. Daran reihen sich der nordatlantische Ocean mit 13,74 und die australischen Gewässer mit 12,26 %. Annähernd gleich ist weiterhin der Reichthum an Arten im antarktischen Gebiet mit 8,88, im mittelatlantischen Ocean mit 8,46 und an der Westküste von Süd- und Mittelamerika mit 8,24 %. Im Mittelländischen Meere sinkt er auf 7,19 % und im südatlantischen Gebiete auf 6,98 %. Noch niedriger wird er im arktischen Gebiete mit 5,92 und im chinesisch-japanischen Bezirke mit 5,71 und erreicht endlich seinen tiefsten Punkt in der Beringssee mit 1,90 %. Diese Verhältnisszahlen gelten selbstverständlich nur in Bezug auf die von Lampert seinen Berechnungen zu Grunde gelegten Zahlen und Fundorte der damals bekannten Arten. Wollte man die seitdem aufgefundenen neuen Arten und Fundorte heranziehen, so würden diese Ziffern gewiss manche Abänderung erfahren.

In Betreff des Arten-Reichthums, welchen die einzelnen Familien in den 13 von Lampert angenommenen Bezirken aufweisen, ergibt sich aus seiner Tabelle (S. 363), dass die Aspidochiroten in den vier Bezirken No. VIII, IX, XI und XII, die er als indo-pacifisches Gebiet

zusammenfasst, viel zahlreicher sind als in irgend welch anderen Distrikten. Auch im mittelatlantischen Ocean ist die Zahl der Aspidochirotenarten noch ziemlich beträchtlich (13,83 %). Aber schon im Mittelmeer sinkt sie auf 7,54 % und nimmt sowohl auf der westlichen als auf der östlichen Halbkugel nach den Polen zu rasch ab. — Bei den Dendrochiroten zeigt die Lampert'sche Tabelle eine etwas gleichmässigere Vertheilung der Arten auf die warmen und kalten Meeresgebiete, als das bei irgend einer anderen Familie der Fall ist. Voran geht zwar auch bei den Dendrochiroten ein warmes Gebiet, nämlich der indo-chinesische Bezirk mit 20,86 %. Dann aber folgt sofort der nordatlantische Bezirk mit 19,01 %. Weiterhin folgt der Indische Ocean mit 14,11 und Australien mit 12,88 %, dann das Mittelländische Meer mit 10,43, die Westküste Mittel- und Südamerikas mit 8,59, das nordische Gebiet mit 7,97, dann der mittel- und südatlantische Ocean sowie das chinesisch-japanische und das antarktische Gebiet mit 6,75—6,16 %, endlich das Beringsmeer mit 3,06 und zuletzt die Südsee mit der ganz auffallend niedrigen Ziffer von 1,84 %. — Für die Elasipoden lehrt die Tabelle, dass dieselben hinsichtlich ihrer Artenzahl das antarktische Gebiet in ganz hervorragender Weise bevorzugen (mit 49,09 %). Demnächst sind sie in der Südsee und westlich von Süd- und Mittelamerika mit 21,82 % reich vertreten. Dann folgen der südatlantische Ocean mit 10,91 %, der nordatlantische Ocean und die australischen Gewässer mit je 9,09 %. Nur 3,63 % sind aus dem chinesisch-japanischen Gebiete und aus den nordischen Meeren bekannt, noch weniger (1,82 %) aus dem indo-chinesischen und mittelatlantischen Gebiet. Im Beringsmeere, Indischen Ocean und Mittelmeer endlich sind noch gar keine Vertreter der Elasipoden aufgefunden worden. — Den grössten Reichthum an Molpadiiden-Arten weist die Tabelle in den nordischen Meeren und im indo-chinesischen Gebiete mit je 25 % nach. Daran schliesst sich der nordatlantische Ocean mit 20,83 %, sowie das chinesisch-japanische und das australische Gebiet mit je 12,50 %. Dann folgen mit je 8,33 % der süd- und der mittelatlantische Ocean, sowie die Westküste Süd- und Mittelamerikas. Sehr gering ist der relative Arten-Reichthum im Mittelländischen Meere und im antarktischen Gebiete mit je 4,16 %, während Beringsmeer, Südsee und Indischer Ocean (zur Zeit der Aufstellung der Lampert'schen Liste) durch einen völligen Mangel der Molpadiiden auffallen. — Bei den Synaptiden endlich lässt die Tabelle einen besonders grossen Arten-Reichthum im indo-chinesischen Gebiet mit 31,94 % erkennen, dem sich in einigem Abstande der nordatlantische Ocean mit 19,44 %, die Südsee mit 18,05 % und der Indische Ocean mit 12,50 % anreihen. Auf je 8,33 % sinkt die relative Artenzahl in den nordischen Meeren und im chinesisch-japanischen Gebiet, auf je 5,55 % im mittelatlantischen Ocean und im Mittelmeer, auf je 4,16 % in dem Beringsmeere, im südatlantischen Ocean und im australischen Gebiet. Auf ihrem tiefsten Punkte befindet sie sich schliesslich mit je 1,39 % an der Westküste Süd- und Mittelamerikas und im antarktischen Gebiete.

Die einzelnen Gebiete lassen unter sich verglichen manche bemerkenswerthe Unterschiede erkennen. In dem nordischen Gebiete kommen (nach Lampert) auf 13 Dendrochiroten-Arten nur je 6 Synaptiden und Molpadiiden, 2 Elasipoden und 1 Aspidochirote. Im Beringsmeere überwiegt ebenfalls die absolute Artenzahl der Dendrochiroten über die der anderen Familien; auf 5 Dendrochiroten entfallen hier 3 Synaptiden, 1 Aspidochirote, dagegen keine Elasipoden und keine Molpadiiden. An der Westküste Mittel- und Südamerikas zählt Lampert 14 Dendrochiroten auf neben 12 Elasipoden, 10 Aspidochiroten, 2 Molpadiiden und 1 Synaptide. Im südatlantischen Ocean dagegen werden die Dendrochiroten in ihrer absoluten Artenzahl von den Aspidochiroten überholt, indem sich von diesen 12, von jenen aber nur 10 Arten vorfinden; dazu kommen 6 Elasipoden, 3 Synaptiden und 2 Molpadiiden. Im mittelatlantischen Ocean steigert sich das Uebergewicht der Aspidochiroten ganz erheblich; hier kommen auf 11 Dendrochiroten, 4 Synaptiden, 2 Molpadiiden und 1 Elasipode nicht weniger als 22 Aspidochiroten. Der nordatlantische Ocean dagegen zeichnet sich durch eine überwiegende Zahl von Dendrochiroten, sowie durch eine beträchtliche Steigerung der Synaptidenarten aus; er beherbergt neben 31 Dendrochiroten 14 Synaptiden, aber nur 10 Aspidochiroten und je 5 Elasipoden und Molpadiiden. Im Mittelmeere überwiegt gleichfalls die Zahl der Dendrochiroten, wenn auch in viel geringerem Maasse; dagegen sinkt hier die Zahl der Synaptiden; auf 17 Dendrochiroten kommen 12 Aspidochiroten, 4 Synaptiden, 1 Molpadiide und keine Elasipoden. Im Indischen Ocean erlangen wieder die Aspidochiroten das Uebergewicht; nicht weniger als 51 Arten zählt Lampert hier auf, während die Dendrochiroten durch 23, die Synaptiden durch 9 Arten, die Elasipoden und Molpadiiden aber gar nicht vertreten sind. Auch im indo-chinesischen Gebiet bleiben die Aspidochiroten in der Ueberzahl; auf 57 Arten derselben kommen hier 34 Dendrochiroten, 23 Synaptiden, 6 Molpadiiden und 1 Elasipode. Dagegen ändert sich im chinesisch-japanischen Gebiet das Zahlenverhältniss zu Gunsten der Dendrochiroten, indem hier neben 11 Dendrochiroten nur 6 Synaptiden, 5 Aspidochiroten, 3 Molpadiiden und 2 Elasipoden angegeben werden. In der Südsee aber treten die Dendrochiroten in besonders auffallender Weise nicht nur hinter die Aspidochiroten, sondern auch hinter die Synaptiden und Elasipoden zurück (Molpadiiden fehlen hier überhaupt); auf 61 Aspidochiroten kommen hier 13 Synaptiden, 12 Elasipoden und nur 3 Dendrochiroten. In dem australischen Gebiete steigert sich die Zahl der Dendrochiroten wiederum beträchtlich, bleibt aber doch noch hinter derjenigen der Aspidochiroten zurück; Lampert führt aus diesem Bezirke 26 Aspidochiroten, 21 Dendrochiroten, 5 Elasipoden und je 3 Molpadiiden und Synaptiden an. Das antarktische Gebiet endlich zeichnet sich durch seinen Reichthum an Elasipoden und demnächst an Synaptiden aus; neben 27 Elasipoden-Arten finden sich

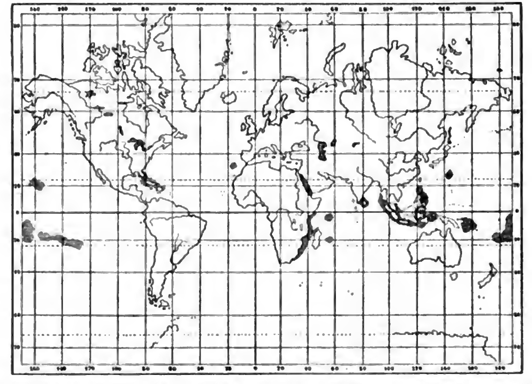
hier 10 Dendrochiroten, aber nur 3 Aspidochiroten und je 1 Molpadiide und Synaptide.

Im Gegensatze zu Semper und Lampert will Théel (267) nur 3 grosse Gebiete für die horizontale Verbreitung unterscheiden, nämlich 1) der arktische und antarktische Ocean, 2) der Atlantische Ocean und 3) der indopacifische Ocean einschliesslich der australischen Gewässer. Indem er die in der Tiefsee lebenden Elasipoden für die Betrachtung der horizontalen Verbreitung ganz ausser Betracht lässt, ordnet er alle ihm bekannten Arten der übrigen Familien in jene 3 grossen Gebiete ein und erhält so das Ergebniss, dass dem arktisch-antarktischen Gebiet 70, dem Atlantischen Ocean 120, dem indo-pacifischen Ocean 295 Arten zukommen. Von den 70 arktisch-antarktischen gehören 9 zu den Synaptiden, ebensoviele zu den Molpadiiden, ebensoviele zu den Aspidochiroten, dagegen 43 (= 61 %) zu den Dendrochiroten. Die Dendrochiroten sind also hier viel reicher an Arten als die drei anderen Familien zusammen. Sondert man die arktischen Formen von den antarktischen, so erhält man (nach Théel) 42 arktische und 28 antarktische Arten, aber in beiden Gruppen bleibt das Verhältniss der Dendrochiroten zu den drei anderen Familien annähernd dasselbe, denn unter den 42 arktischen Arten gibt es 25 (= circa 60 %) Dendrochiroten und unter den 28 antarktischen sind 18 (= 64 %) Dendrochiroten. Unter den Synaptiden zählt Théel 6 arktische und 3 antarktische Arten auf, unter den Molpadiiden 7 arktische und 2 antarktische, unter den Aspidochiroten 4 arktische und 5 antarktische. Unter den 120 atlantischen Arten gehört fast die Hälfte, nämlich 59 (= 49 %), zu den Dendrochiroten, während auf die Aspidochiroten 37, auf die Synaptiden 17 und auf die Molpadiiden 7 entfallen. Die 295 indo-pacifischen Arten endlich vertheilen sich so, dass die Aspido- und Dendrochiroten an Artenreichthum einander fast ganz gleich sind, indem zu jenen 117 (= 39,7 %), zu diesen 116 (= 39,3 %) Arten gehören; der Rest vertheilt sich mit 47 Arten auf die Synaptiden und 15 Arten auf die Molpadiiden. Das indo-pacifische Gebiet ist also nicht nur in der Gesammtzahl seiner Holothurien (abgesehen von den hier unberücksichtigt gelassenen Elasipoden), sondern auch in jeder der vier Familien artenreicher als das atlantische und als das arktisch-antarktische Gebiet. Dasselbe gilt für die Gattungen, denn es zählt Théel aus dem arktisch-antarktischen Gebiet 18, aus dem atlantischen 19 und aus dem indo-pacifischen 25 Gattungen auf.

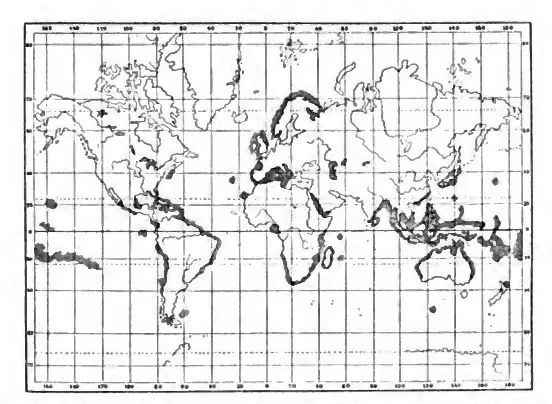
Um eine dem jetzigen Standpunkt (December 1890) entsprechende Uebersicht über die horizontale Verbreitung der Seewalzen zu gewinnen, habe ich mir die zeitraubende Mühe genommen, zunächst für jede der von mir aufgeführten Gattungen alle bekannten Fundorte in eine kleine Karte einzutragen. Da es aber wohl nicht angeht, die sämmtlichen 49 Gattungskärtchen in dieses Werk aufzunehmen, so empfiehlt es sich,

nur eine Auswahl derselben zu geben. Diese Auswahl, für deren Erläuterung ich auf die im systematischen Abschnitt gemachten Angaben verweise, umfasst erstens einige Gattungen, welche bei ziemlicher Artenzahl ein einigermaassen scharf begrenztes Gebiet bewohnen, wie *Mülleria* (vergl. S. 329), *Colochirus* (vergl. S. 349), *Haplodactyla* (vergl. S. 353), zweitens einige Gattungen, welche sich bei grossem Arten-Reichthum auf ein sehr weites Gebiet ausdehnen, wie *Holothuria* (vergl. S. 330), *Stichopus* (vergl. S. 331), *Cucumaria* (vergl. S. 345), *Synapta* (vergl. S. 357). Die Wohngebiete sind auf den Kärtchen durch eine quere Schraffirung kenntlich gemacht.

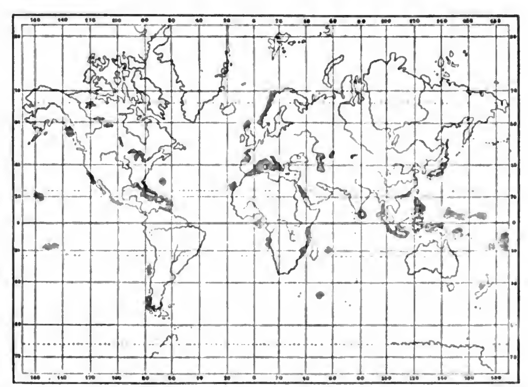
Trägt man in ähnlicher Weise wie auf den Gattungskärtchen die sämmtlichen Fundorte der zu einer Familie gehörigen Arten in eine Karte ein, so erhält man die auf S. 372—376 dargestellten Uebersichten über die Horizontalverbreitung der einzelnen Familien. Zur Erläuterung dieser Uebersichten sind wieder die Angaben des systematischen Abschnittes (S. 327, 334, 336, 338, 342, 352 und 356) zu vergleichen.



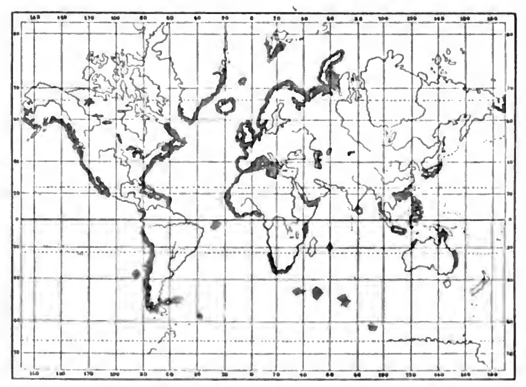
Uebersicht über die horizontale Verbreitung der Gattung *Mülleria* (entworfen December 1890).



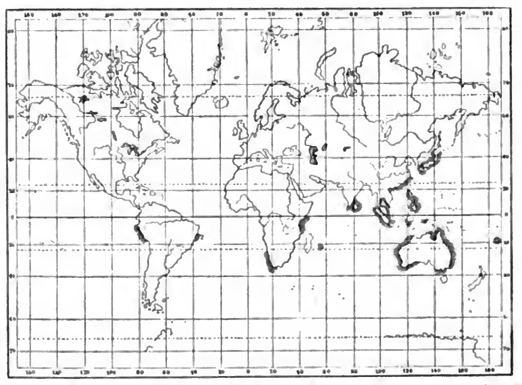
Uebersicht über die horizontale Verbreitung der Gattung *Holothuria* (entworfen December 1890).



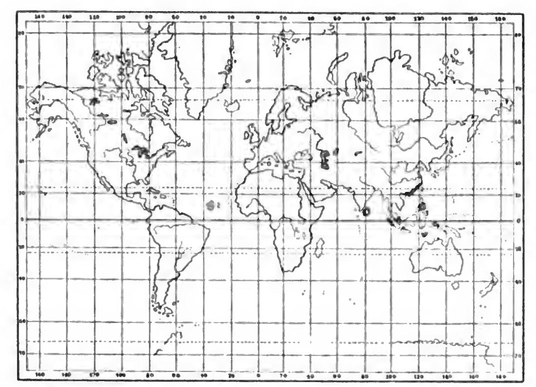
Uebersicht über die horizontale Verbreitung der Gattung *Stichopus* (entworfen December 1890).



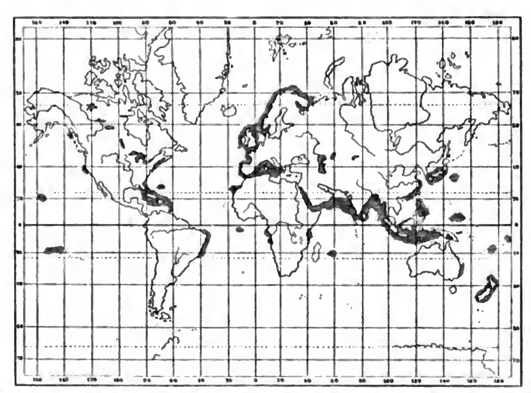
Uebersicht über die horizontale Verbreitung der Gattung *Cucumaria* (entworfen December 1890).



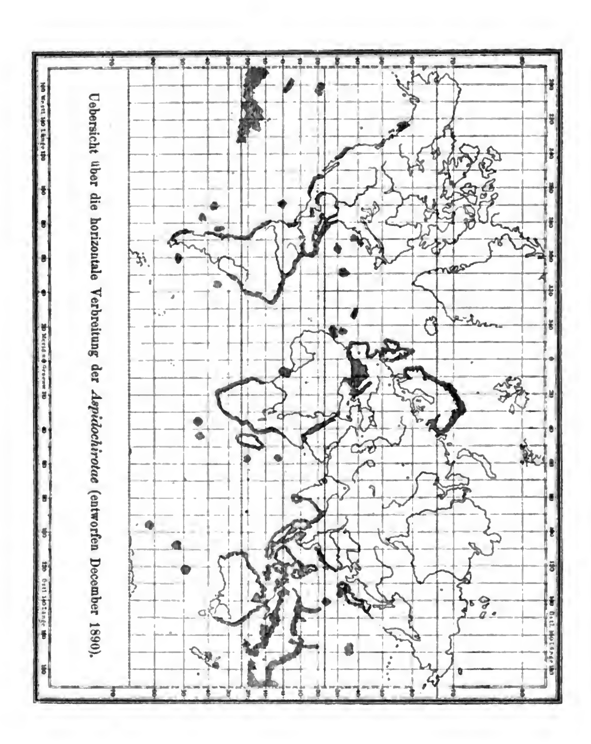
Uebersicht über die horizontale Verbreitung der Gattung *Colochirus* (entworfen December 1890).



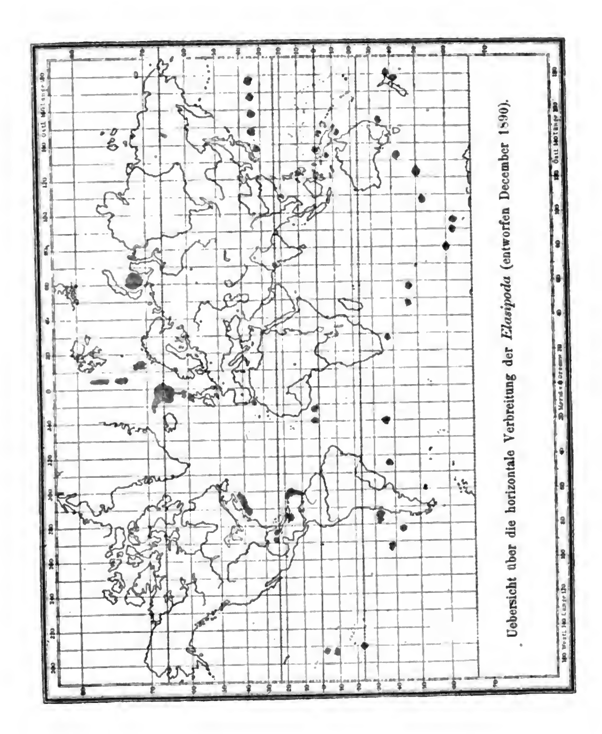
Uebersicht über die horizontale Verbreitung der Gattung *Haplodactyla* (entworfen December 1890).



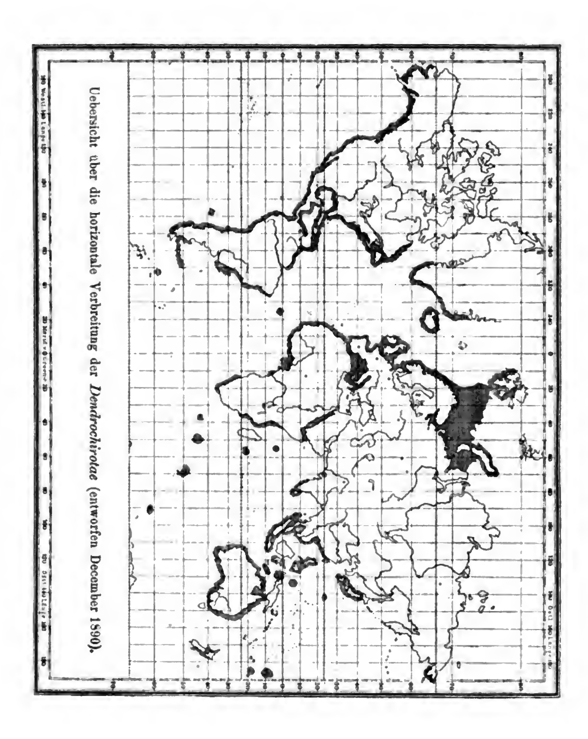
Uebersicht über die horizontale Verbreitung der Gattung *Synapta* (entworfen December 1890).



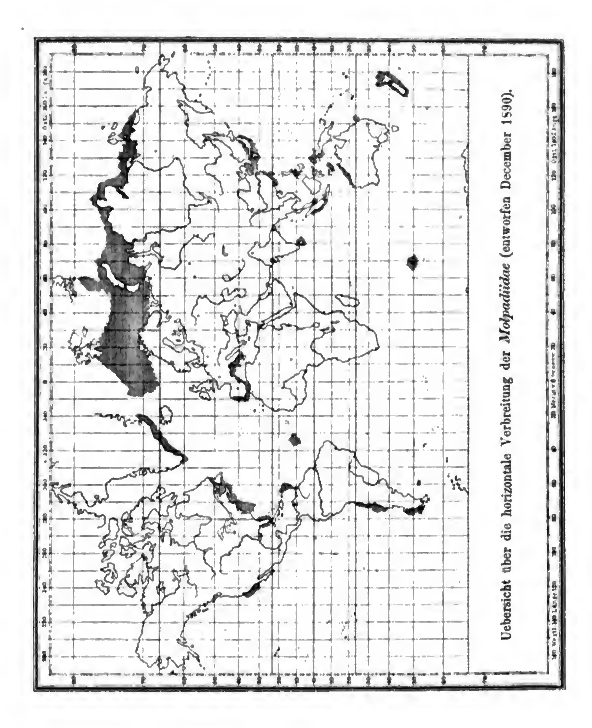
Uebersicht über die horizontale Verbreitung der *Aspidochirotae* (entworfen December 1890).



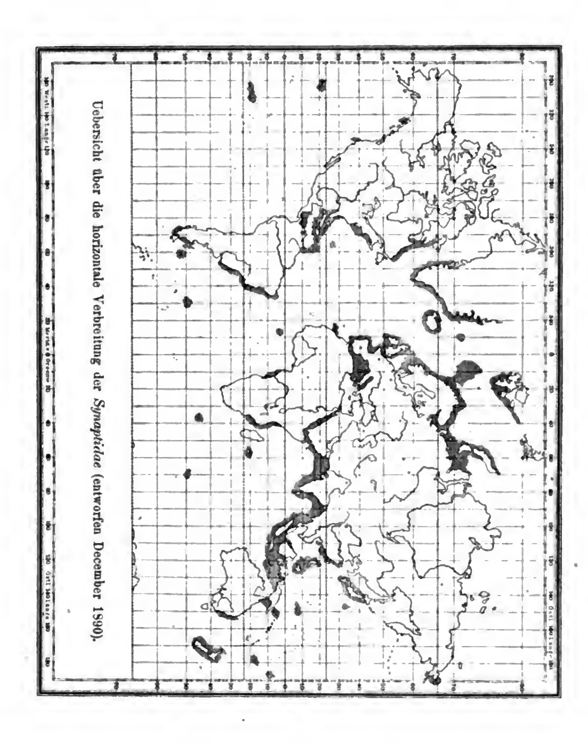
Uebersicht über die horizontale Verbreitung der *Elasipoda* (entworfen December 1890).



Uebersicht über die horizontale Verbreitung der *Dendrochirotae* (entworfen December 1890).



Uebersicht über die horizontale Verbreitung der *Molpadiidae* (entworfen December 1890).



Uebersicht über die horizontale Verbreitung der *Synaptidae* (entworfen December 1890).

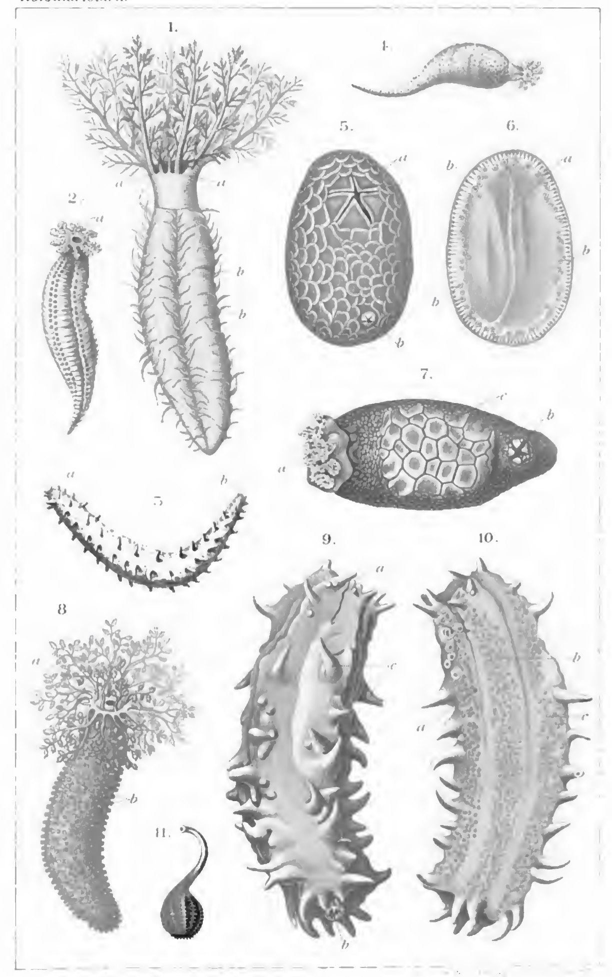
Erklärung von Tafel XVI.

Holothurioidea; Dendrochirotae.

Fig.

1. *Cucumaria planci* (Br.), mit ausgestreckten Fühlern, von der Bauchseite gesehen; *a*,*a*, die beiden kleineren ventralen Fühler; *b*,*b*, Füsschen; $\frac{1}{2}$.
2. *Cucumaria hyndmani* (Thomps.), vom Rücken gesehen; *a* die beiden kleineren ventralen Fühler; $\frac{1}{1}$.
3. *Cucumaria (Ocnus) imbricata* (Semp.), von der Seite; *a* Vorderende· *b* Hinterende: $\frac{2}{1}$.
4. *Thyone raphanus* Düb. u. Kor.; $\frac{1}{1}$.
5. *Psolus antarcticus* (Phil.), Rückenansicht; *a* Mund; *b* After; $\frac{1}{1}$.
6. *Psolus antarcticus* (Phil.), Bauchansicht; *a* der mittlere ventrale Radius; *b* Füsschen am Rande der Bauchfläche; $\frac{1}{1}$.
7. *Psolus ephippifer* Wyv. Thoms., ♀, Rückenansicht; *a* Fühler; *b* After; *c* die den Brutraum überdeckenden grösseren Kalkplatten.
8. *Phyllophorus urna* Grube; *a* einer der kleineren Fühler des inneren Fühlerkreises: *b* Füsschen; $\frac{3}{1}$.
9. *Colochirus quadrangularis* (Less.), Rückenansicht; *a* Vorderende; *b* After; *c* Rückenpapillen; $\frac{2}{1}$.
10. *Colochirus quadrangularis* (Less.), Bauchansicht; *a*, *b*, *c* die drei Füsschenstreifen der Bauchseite; $\frac{1}{1}$.
11. *Rhopalodina lageniformis* Gray; $\frac{1}{1}$.

Fig. 1 nach Schmidt in Brehm's Thierleben, Bd. 10, 1878; Fig. 2 und 4 nach Düben und Koren (54); Fig. 3, 5, 6, 7, 9, 10 nach Théel (267); Fig. 8 nach Sars (221); Fig. 11 nach Semper (238).


1.
4.
5.
6.
2.
7.
3.
9.
10.
8
11.

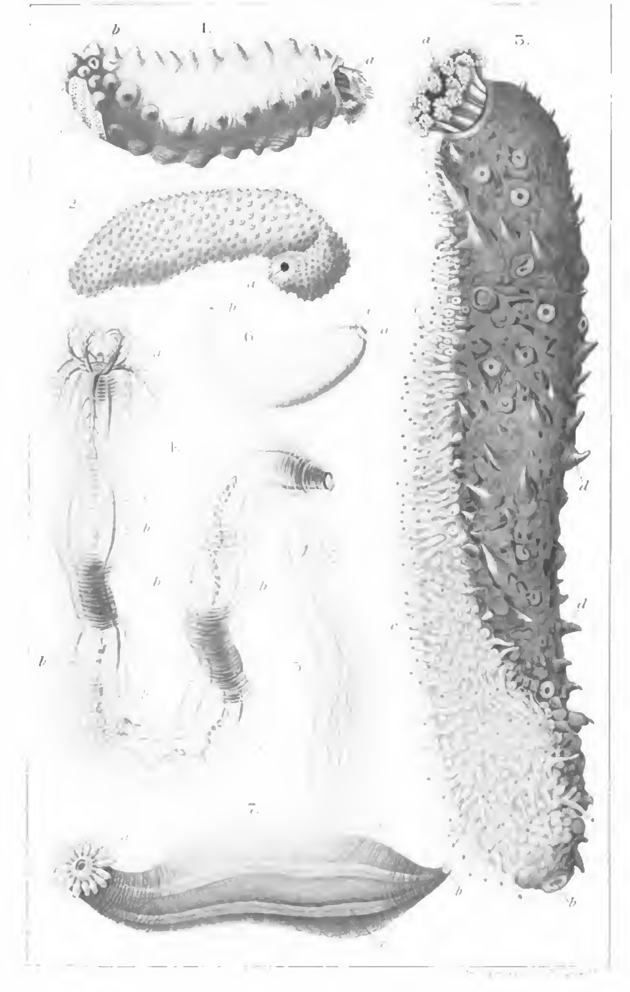
Erklärung von Tafel XVII.

Holothurioidea; Aspidochirotae; Molpadiidae; Synaptidae.

Fig.

1. *Stichopus horrens* Sel., Seitenansicht; *a* Fühler; *b* After; *c* die 3 Füsschenstreifen der Bauchseite; $\frac{1}{1}$.
2. *Holothuria impatiens* (Forsk.); *a* Mund; $\frac{2}{3}$.
3. *Holothuria tubulosa* Gmel.; *a* Fühler; *b* After; *c* Füsschen der Bauchseite; *d* Papillen der Rückenseite; $\frac{1}{1}$.
4. *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.); *a* Fühler (einer der 12 Fühler ist abgeschnitten); *b* durchschimmernde Längsmuskeln; *c* durchschimmernder Darm; $\frac{1}{1}$.
5. *Myriotrochus rinkii* Steenstr.; Längsmuskeln und Eingeweide schimmern theilweise durch; $\frac{1}{1}$
6. *Caudina arenata* (Gould.); *a* Fühler; *b* After; *c* Genitalpapille; $\frac{2}{3}$.
7. *Trochostoma arcticum* (v. Marenz.); *a* Fühler; *b* After; *c* durchschimmernde Längsmuskeln; $\frac{1}{2}$.

Fig. 1, 2 und 6 nach Selenka (229); Fig. 3 nach Milne-Edwards (171); Fig. 4 nach Quatrefages (210); Fig. 5 und 7 nach Danielssen und Koren (50).


1.
2
3.
7.

Im Anschlusse an die vorstehende Uebersicht der horizontalen Verbreitung mögen hier noch einige Bemerkungen über einzelne Gruppen von Gattungen und Arten eine Stelle finden, wobei wir indessen die Elasipoden gänzlich ausser Acht lassen wollen.

Als kosmopolitische, d. h. annähernd durch alle grösseren Meeresgebiete verbreitete Gattungen lassen sich die folgenden 6 bezeichnen:

Holothuria, Stichopus, Cucumaria, Thyone, Synapta, Chiridota.

Diese Liste unterscheidet sich von der Zusammenstellung kosmopolitischer Gattungen, welche Semper (238) gegeben hat, durch die Aufnahme der Gattung *Stichopus* und das Fehlen der Gattungen *Psolus* und *Haplodactyla.* Zur Rechtfertigung verweise ich bezüglich der Gattung *Stichopus* auf das S. 331—332 über deren Verbreitung Gesagte und auf das Kärtchen S. 369. Dass die Gattung *Haplodactyla* in ihrer jetzigen systematischen Begrenzung nicht als eine kosmopolitische bezeichnet werden kann, geht aus den Angaben auf S. 353 und dem Kärtchen auf S. 371 hervor. Was endlich die Gattung *Psolus* betrifft, so kennt man (vergl. S. 350) keinen einzigen Fundort derselben in der weiten Strecke, welche vom Kanal an durch das ostatlantische Meer, einschliesslich des Mittelmeeres, ganz Afrika umgreift und durch den Indischen Ocean und die indische Inselwelt bis zu den Philippinen reicht; auch an den Küsten Australiens, Neuseelands und an den Südseeinseln ist die Gattung unbekannt und kann demnach gewiss nicht unter die kosmopolitischen gerechnet werden.

An die genannten 6 kosmopolitischen Gattungen schliessen sich durch ihre weite Verbreitung zunächst an die 3 Molpadiiden: *Caudina, Trochostoma* und *Ankyroderma,* ferner die 3 Dendrochiroten: *Phyllophorus, Psolus* und *Orcula,* sowie endlich die beiden Aspidochiroten: *Pseudostichopus* und *Paelopatides.*

Durch ihr gürtelförmiges, circumäquatoriales Verbreitungsgebiet zeichnet sich die Gattung *Mülleria* aus, an welche sich die zu den Kosmopoliten gezählte Gattung *Stichopus* einigermaassen anlehnt (vergl. die Kärtchen S. 368 und 369).

Ausschliesslich arktisch sind die 4 nur ebensoviele Arten umschliessenden Gattungen: *Eupyrgus, Trochoderma, Myriotrochus* und *Acanthotrochus*; ausschliesslich antarktisch sind die beiden Gattungen *Psolidium* mit einer Art und *Theelia* mit 4 Arten.

Auffallend ist die verhältnissmässig grosse Zahl der ganz oder fast ganz auf das indo-pacifische Gebiet beschränkten Gattungen; es sind deren 6 (= 20% aller bekannten): *Labidodemas, Colochirus, Actinocucumis, Pseudocucumis, Molpadia* und *Haplodactyla.*

Kosmopolitische Arten im strengen Sinne des Wortes gibt es nicht, wohl aber solche, die mit ihrem Verbreitungsgebiete gürtelförmig den ganzen Erdball umspannen und deshalb doch annähernd als Kosmopoliten bezeichnet werden dürfen. Als solche begegnen uns 6 Arten,

welche alle derselben Gattung angehören und wegen der Lage ihres Verbreitungsgürtels genauer als circumäquatoriale Arten bezeichnet werden: *Holothuria atra* Jäg., *imitans* Ludw., *impatiens* (Forsk.), *lubrica* Sel., *maculata* (Br.) (= *arenicola* Semp.), *rigida* (Sel.). Daran schliessen sich einige Arten, die wenigstens östlich und westlich von Mittelamerika angegeben werden, nämlich *Holothuria languens* Sel. und *subditiva* Sel., sowie *Thyone peruana* (Less.) und *similis* Ludw. Circumpolar sind *Myriotrochus rinkii* Steenst. und vielleicht auch noch die 4 folgenden: *Chiridota laevis* (Fabr.), *Cucumaria calcigera* (Stimps.), *C. frondosa* (Gunn.) und *Psolus fabricii* (Düb. u. Kor.).

Zwischen den arktischen und antarktischen Arten besteht, ohne dass auch nur eine einzige Art beiden Kaltwassergebieten gemeinschaftlich ist, doch ein bemerkenswerther Parallelismus, auf welchen insbesondere Théel (267) hingewiesen hat. Den arktischen Arten *Cucumaria frondosa* (Gunn.), *Psolus squamatus* (Düb. u. Kor.) und *fabricii* (Düb. u. Kor.), *Holothuria intestinalis* Ascan., *Trochostoma boreale* (Sars) und *Ankyroderma jeffreysii* Dan. u. Kor. entsprechen in den antarktischen Gewässern die ähnlichen Arten: *Cucumaria laevigata* (Verr.) und *crocea* (Less.), *Psolus ephippifer* Wyv. Thoms. und *antarcticus* (Phil.), *Holothuria magellani* Ludw., *Trochostoma violaceum* (Stud.) und *Ankyroderma danielsseni* Théel.

Anhang zur horizontalen Verbreitung: Uebersicht der europäischen Arten.

An den europäischen Küsten sind abgesehen von den eigentlichen Tiefseeformen elf Gattungen vertreten, nämlich: 1) *Holothuria*, 2) *Stichopus*, 3) *Cucumaria*, 4) *Thyone*, 5) *Phyllophorus*, 6) *Psolus*, 7) *Ankyroderma*, 8) *Synapta*, 9) *Chiridota*, 10) *Trochodota*, 11) *Myriotrochus*. Wenn man einige allzu unzureichend bekannte angebliche Arten ausser Acht lässt, so bleiben noch immer im Ganzen 51 Arten übrig, welche die europäische Holothurienfauna zusammensetzen. In der folgenden Aufzählung dieser 51 Arten sind diejenigen (es sind deren 30), welche im Mittelmeer vorkommen, mit einem vorausgestellten * bezeichnet.

Holothuria *forskalii* Delle Chiaje, **helleri* v. Marenz., **impatiens* (Forsk.), *intestinalis* Ascan., **mammata* Grube, **poli* Delle Chiaje, **sanctori* Delle Chiaje, **stellati* Delle Chiaje, *tremula* Gunn., **tubulosa* Gmel.;

Stichopus natans Sars., **regalis* (Cuv.), *tizardi* Théel;

Cucumaria **cucumis* (Risso), *frondosa* (Gunn.), **grubii* v. Marenz., **hyndmani* (Thomps.), **kirchsbergii* Hell., **köllikeri* Semp., *lacazii* (Hér.), *lactea* (Forb.), *minuta* (Fabr.), *mosterensis* Grieg, *nobilis* Ludw., **pentactes* (L.), *perspicua* Ludw., **planci* (Br.), **syracusana* (Grube), **tergestina* Sars, *typica* (Sars);

Thyone **fusus* (O. F. Müll.), **inermis* Hell., *poucheti* Barr., **raphanus* Düb. u. Kor.;

Phyllophorus drummondii (Thomps.), **ehlersi* (Hell.), **granulatus* (Grube), **marionii* (v. Marenz.), *pellucidus* (Flem.), **urna* Grube;

Psolus fabricii (Düb. u. Kor.), *phantapus* (Strussenf.), *squamatus* (Düb. u. Kor.);

*Ankyroderma *musculus* (Risso);

*Synapta *digitata* (Mont.), **hispida* Hell., **inhaerens* (O. F. Müll.), *tenera* Norm.;

Chiridota laevis (Fabr.);

*Trochodota *venusta* (Sem.);

Myriotrochus rinkii Steenstr.

II. Die verticale Verbreitung.

Die Holothurien sind durch ihre Lebensweise an den Boden des Meeres gebannt und bilden dadurch einen charakteristischen Bestandtheil des von Haeckel*) als Benthos zusammengefassten Theiles der Meeresfauna. Diejenigen Arten jedoch, welche frei schwimmende Larven besitzen, treten durch diese auch in das Plankton ein, vorzugsweise in das neritische (oder littorale), seltener in das oceanische.

Für die verticale Verbreitung der erwachsenen Holothurien unterscheiden wir das bis 150 Faden reichende Küstengebiet und das darunter gelegene Gebiet der Tiefsee. Das letztere ist uns erst durch die Forschungen der letzten 15 Jahre erschlossen worden. In Bezug auf das Küstengebiet machte Semper (238) den ersten und bis jetzt leider vereinzelt gebliebenen Versuch, einen genaueren Einblick in die verticale Verbreitung auf breiter Grundlage zu gewinnen, musste sich dabei aber selbst überzeugen, dass unsere thatsächlichen Kenntnisse noch gar zu beschränkt sind, um hier zu einem befriedigenden Ergebnisse zu gelangen. Er stellte alle damals vorliegenden Beobachtungen über die Tiefen, in welchen philippinische, mittelmeerische und atlantische Arten erbeutet worden waren, in drei Tabellen zusammen, berechnete daraus Verhältnisszahlen und leitete aus diesen verschiedene vorläufige Schlüsse ab. Näher auf die Schlussfolgerungen Semper's einzugehen muss ich ebenso wie Lampert (134) unterlassen. Es wird das vielmehr erst die Aufgabe erneuerter Untersuchungen sein, welche auf diesem noch so wenig erforschten Gebiete die von Semper gegebene Anregung aufnehmen und weiter führen. Einstweilen müssen wir uns mit dem Bekenntnisse bescheiden, dass wir über die bathymetrischen Verbreitungsgesetze der littoralen Holothurienfauna so gut wie nichts wissen.

Was nun aber die Holothurien des Tiefseegebietes angeht, so können wir uns wenigstens ein Bild darüber machen, aus welchen Gattungen und Arten die Tiefenfauna besteht und wie sie sich numerisch zur Fauna des

*) Plankton-Studien, Jena 1890, p. 19.

Küstengebietes verhält. Ich habe weiter oben in dem systematischen Kapitel alle darauf bezüglichen Angaben bereits bei den einzelnen Familien und Gattungen gemacht. Es erübrigt nur noch eine Gesammt-Uebersicht zu gewinnen, welche den augenblicklichen Stand unseres Wissens zu scharfem Ausdruck bringt.

Unter den Familien gibt es keine, welche streng genommen ganz ausschliesslich dem Küstengebiet oder der Tiefsee angehört. Da aber die Elasipoden doch wenigstens bis auf zwei Arten nur in der Tiefsee leben, so muss man sie immerhin als ganz charakteristische Tiefen-Bewohner bezeichnen. Umgekehrt hören die Aspidochiroten, Dendrochiroten und Synaptiden deshalb nicht auf typische Küstenthiere zu sein, weil sie eine verhältnissmässig kleine Zahl ihrer Mitglieder bis in die Tiefe entsenden. Nur die Molpadiiden nehmen in stärkerem Maasse eine vermittelnde Stellung zwischen der Küsten- und Tiefenfauna ein, da sie sich in annähernd gleicher Zahl auf beide Gebiete vertheilen.

Was die Gattungen anbelangt, so sind unter den 49 überhaupt bekannten Gattungen der Holothurien 19 = 38,78 %, welche ausschliesslich dem Küstengebiet angehören, 20 = 40,82 %, welche nur in der Tiefsee leben, und 10 = 20,41 %, welche in beiden grossen Gebieten vertreten sind.

Jene ausschliesslich littoralen Gattungen sind:

Aspidochirotae: Mülleria und *Labidodemas*	2
Elasipoda: Ilyodaemon	1
Dendrochirotae: Orcula, Phyllophorus, Pseudocucumis, Actinocucumis, Colochirus, Psolidium, Rhopalodina . .	7
Molpadiidae: Molpadia, Eupyrgus, Haplodactyla, Caudina	4
Synaptidae: Anapta, Chiridota, Trochodota, Trochoderma, Myriotrochus	5
	19

Die 20 ausschliesslichen Tiefseegattungen setzen sich zusammen aus den sämmtlichen Gattungen der Elasipoden mit alleiniger Ausnahme von *Ilyodaemon*, sowie der einen Aspidochirotengattung *Paelopatides* und der einen Molpadiide *Ankyroderma*, wobei man letztere Gattung nicht einmal mit aller Strenge hierher rechnen kann, da eine ihrer Arten *(A. musculus)* auch in das Küstengebiet aufsteigt.

Die 10 Gattungen endlich, welche in beiden grossen Gebieten vorkommen, sind:

Aspidochirotae: Holothuria, Pseudostichopus, Stichopus	3
Dendrochirotae: Cucumaria, Thyone, Thcelia,, Psolus	4
Molpadiidae: Trochostoma	1
Synaptidae: Synapta, Acanthotrochus	2
	10

Die Arten vertheilen sich, wenn wir ausser Acht lassen, dass einzelne die Grenze der beiden Gebiete nach oben oder unten etwas über-

schreiten können, folgendermaassen. Unter den Aspidochiroten fallen von 158 Arten 143 auf das Küstengebiet, 15 auf die Tiefsee; unter den 61 Elasipoden sind 1 littorale, 60 abyssale; unter den 181 Dendrochiroten 163 littorale, 18 abyssale; unter den 32 Molpadiiden 18 littorale, 14 abyssale; unter den 81 Synaptiden 77 littorale, 4 abyssale. Im Ganzen zählt man demnach im Küstengebiet von den 513 bekannten Arten 402, im Tiefseegebiet 111. Setzt man die Zahl aller bekannten Arten (513) = 100, so berechnet sich die Zahl der Küstenformen auf 78,36 %, die der Tiefseebewohner auf 21,63 %. Berechnet man ebenso in jeder Familie die Zahl der littoralen und abyssalen Arten im Verhältniss zur Zahl aller bekannten Arten der Familie, so erhält man folgende Ziffern:

	littoral	abyssal
Aspidochirotae (158 = 100) . .	90,51 %	9,49 %
Elasipoda (61 = 100)	1,64 %	98,36 %
Dendrochirotae (181 = 100) . . .	90,06 %	9,94 %
Molpadiidae (32 = 100)	56,25 %	43,75 %
Synaptidae (81 = 100)	95,06 %	4,94 %

Wenn man die sämmtlichen 402 littoralen Arten = 100 setzt und nun die Procente berechnet, in welchen sich die einzelnen Familien an dieser Summe der littoralen Formen betheiligen, so erhält man, dem Procentsatze nach geordnet, folgende Reihe für die Zusammensetzung der Littoralfauna:

Dendrochirotae	=	40,55 %
Aspidochirotae	=	35,57 %
Synaptidae	=	19,15 %
Molpadiidae	=	4,48 %
Elasipoda	=	0,25 %

In derselben Weise ergeben sich für die Zusammensetzung der Abyssalfauna (111 Arten = 100) die folgenden Ziffern:

Elasipoda	=	54,05 %
Dendrochirotae	=	16,22 %
Aspidochirotae	=	13,51 %
Molpadiidae	=	12,61 %
Synaptidae	=	3,60 %

In der Zone der grössten Tiefen von mehr als 2000 Faden sind von den 111 abyssalen Arten nicht weniger als 33 = 29,73 % bekannt, nämlich 25 Elasipoden, 3 Aspidochiroten, 3 Molpadiiden, 1 Dendrochirote und 1 Synaptide. Unter diesen 33 Arten sind wieder 17, welche man nur aus diesen gewaltigen Tiefen kennt; es sind das die S. 333 genannten 15 Elasipoden, ferner die *Synapta abyssicola* Théel, sowie eine von Théel nicht näher bezeichnete *Trochostoma*-Art. Die übrigen 16 kommen auch in weniger als 2000 Faden Tiefe vor, nämlich: *Elpidia glacialis* Théel, *Scotoplanes globosa* Théel, *Oneirophanta mutabilis* Théel, *Psychropotes longicauda* Théel und *semperiana* Théel, *Benthodytes papillifera* Théel, *sanguino-*

lenta Théel, *sordida* Théel, *mamillifera* Théel, *gigantea* Verr.; *Holothuria thomsoni* Théel, *Pseudostichopus villosus* Théel, *Paelopatides confundens* Théel, *Trochostoma ayresii* Verr. und *abyssicola* Verr.; *Cucumaria abyssorum* Théel.

Die grösste Tiefe überhaupt, aus welcher bis jetzt Holothurien erbeutet worden sind, ist die Challenger-Station Nr. 244 und beträgt 2900 Faden; sie liegt im nordpacifischen Ocean unter 35° 22' nördlicher Breite und 169° 53' östlicher Länge. Das Netz brachte daselbst drei Arten herauf, 1 Elasipode und 2 Aspidochiroten: *Oneirophanta mutabilis, Pseudostichopus villosus* und *Holothuria thomsoni.*

F. Physiologie und Oecologie.

I. Function einzelner Organe und Organsysteme.

1. Die Haut.

Ueber die Function der in der Haut befindlichen Kalkkörperchen, über deren chemische Zusammensetzung weiter nichts bekannt ist, als dass sie ganz vorwiegend aus kohlensaurem Kalk bestehen, werden wir weiter unten (S. 414 und 426) sehen, dass sie sowohl als Hülfswerkzeuge bei der Locomotion als auch als Schutzeinrichtungen dienlich sind. Semper (238) ist der Ansicht, dass sie überdies auch als Hülfsapparate für das Tastvermögen der Haut in Betracht kommen, indem sie Druckeinwirkungen durch ihre nach aussen gerichteten Spitzen aufnehmen und auf die eigentlichen Sinnespapillen der Haut übertragen *). Alle die erwähnten Leistungen können aber doch nur für die ganz oberflächlich gelegenen Kalkkörperchen in Betracht kommen. Die tiefer in der Haut versteckten können dagegen kaum etwas Anderes leisten als einen losen Stützapparat der Haut überhaupt zu liefern; es dürfte demnach Selenka (229) das Richtige getroffen haben, wenn er sie als rudimentäre, mehr oder weniger functionslose Gebilde betrachtet.

Die secretorische Thätigkeit der Haut wird durch die in deren Epithel befindlichen Drüsenzellen (s. S. 31 und 241) vermittelt und gibt sich durch die Ausscheidung einer schleimigen Substanz kund, welche indessen nur von wenigen Arten mit Sicherheit festgestellt ist. Zum Theil ist die weiche, schlüpfrig glatte Beschaffenheit vieler Arten wohl nur durch die Weichheit der Haut überhaupt bedingt; immerhin werden wohl weitere Nachforschungen bei zahlreicheren Arten als bisher das Vorkommen der Drüsenzellen und eines von diesen abgesonderten Schleimes erweisen. Unter den Aspidochiroten wird nur **) bei *Holothuria tubulosa* eine Schleim-

*) Seine Vermuthung, dass wenigstens an die oberflächlichen Kalkkörperchen Nerven herantreten, konnte weder von ihm selbst, noch von Anderen durch thatsächliche Beobachtung derartiger Nerven hinreichend gestützt werden.

**) Ich lasse dabei den S. 34 erwähnten, der näheren Klarstellung bedürftigen Fall von *Mülleria lecanora* ganz ausser Betracht.

absonderung der Haut erwähnt. Die betreffende Angabe, welche von Tiedemann (273) herrührt, lässt es aber zweifelhaft erscheinen, ob dieser Schleim nicht etwa aus der durch die Gefangenschaft beschädigten Epidermis selbst bestand. Bestimmter lautet die auf eine dendrochirote Art bezügliche Bemerkung Grube's (81), welcher von seinem *Phyllophorus urna* berichtet, dass das Thier viel Schleim absondere. Auch *Cucumaria (Colochirus) lacazii* (Hér.) gehört nach Hérouard zu den schleimabsondernden Arten. Unter den Synaptiden ist nur *Synapta inhaerens* und *digitata* näher auf dieses Verhältniss untersucht. Von jener berichtete schon Quatrefages (210), dass sie Schleim absondere, was Petit (202) für dieselbe Art, Semon (235) auch für *Synapta digitata* bestätigten. Petit geht aber zu weit, wenn er der Ansicht zuneigt, die secretorische Thätigkeit sei auf die Tastpapillen (s. S. 75) beschränkt; denn es finden sich die Drüsenzellen nicht nur hier, sondern durch das ganze Körperepithel zerstreut. Von aussereuropäischen Synaptiden haben wir nur eine alte Notiz von Lesson (138), wonach die von diesem Forscher unter dem Namen *Holothuria oceanica* aufgeführte Art aus ihrer Haut eine scharfe ätzende Flüssigkeit absondere, welche auf der menschlichen Haut ein unerträgliches Jucken verursache; was es damit für ein Bewandtniss habe, muss einstweilen dahingestellt bleiben.

Der Zweck, zu welchem die Schleimabsonderung stattfindet, ist ein verschiedener: 1) An den Fühlern (der Synapten, s. S. 31), woselbst die Drüsenzellen besonders reichlich auftreten, wird das Secret benutzt, um die kleinen Gegenstände, welche als Beute in den Mund eingeführt werden sollen, festzuhalten. 2) An der übrigen Körperoberfläche der Synapten soll nach Semon's (235) Vermuthung das Secret dazu dienen, das Anhaften der Kalkanker zu verhindern. Er machte nämlich die Beobachtung, „dass die Thiere bei ihrem Kriechen durch und auf dem Sande und über ihre Artgenossen hinweg niemals hängen bleiben, sofort aber zu haften anfangen, wenn man sie unsanft berührt", und sucht sich dies Verhalten durch die Annahme zu erklären, dass unter Einwirkung einer Reizung das Thier seine Schleimabsonderung willkürlich einzustellen vermöge; alsbald werde dann das früher gebildete, noch auf der Haut vorhandene Secret rasch von dem umgebenden Wasser fortgewaschen und die Anker könnten nunmehr ihre „klettende" Thätigkeit ausüben. Ich kann nicht leugnen, dass mir diese Semon'sche Hypothese etwas gezwungen erscheint; dass die Thiere bei unsanfter Berührung die in ihrer Haut steckenden Harttheile deutlicher fühlen lassen, ist auch ohne jene Vermuthung verständlich. 3) Die Synapten verwenden ihren Hautschleim nach den Beobachtungen desselben Forschers, um der Wand der von ihnen im Sande gegrabenen Röhren eine grössere Festigkeit zu geben. 4) Bei einzelnen Dendrochiroten und Molpadiiden wird das Ankleben von allerlei Fremdkörpern an die Haut wahrscheinlich durch einen klebrigen Hautschleim vermittelt; allerdings ist die Absonderung des Schleimes bis jetzt nur bei einer von diesen Arten, *Phyllophorus urna*, mit Bestimmtheit festgestellt.

Bei dieser Art gibt schon M. Sars (221) richtig an, dass sie gewöhnlich mit Pflanzenstückchen, Trümmern von Conchylien und dergleichen beklebt ist. In ähnlicher Weise umhüllen sich nach Sluiter (242) *Orcula tenera* Ludw. und *Phyllophorus holothurioides* Ludw. mit Steinchen und Bruchstücken von Korallen und Muscheln. Auch von *Trochostoma violaceum* (Stud.) wird angegeben (253), dass sie „im Leben stets von einer Schmutzkruste überzogen“ sei.

Der historischen Vollständigkeit halber ist schliesslich zu erwähnen, dass Quatrefages (210) der Haut der *Synapta inhaerens* auch den Besitz von Nesselkapseln zuschreibt, welche in besonderen Erhebungen der Haut eingelagert seien. Was er aber des Näheren über deren Bau angibt, lässt erkennen, dass es sich hier nur um eine verkehrte Ausdeutung der später von Semper und Hamann (s. S. 75) genauer beschriebenen Tastpapillen handelt.

Chemische Zusammensetzung der Haut. Studien über die chemischen Bestandtheile der Holothurienhaut wurden durch Semper (238) angebahnt. Um festzustellen, ob der Meinung der Chinesen, dass die Holothurienhaut (s. den Abschnitt über Trepang S. 433) die Wirkung eines Aphrodisiacums habe, irgend ein chemischer Körper zu Grunde liege, veranlasste Semper den Chemiker Hilger zu einer genaueren Untersuchung der Körperwand von *Colochirus quadrangularis* und *Mülleria lecanora*. Ein derartiger excitirend wirkender Stoff konnte dabei nicht aufgefunden werden, wohl aber ergab sich ein vorläufiger Einblick in die chemische Zusammensetzung der Haut überhaupt. Durch anhaltendes Erhitzen mit Wasser unter gesteigertem Druck löste sich ein Theil der Körperwand; die wässerige Lösung zeigte schwaches Opalisiren und eine dickliche Consistenz; auf Syrupdicke verdampft, trat Gallertbildung ein. Aus den verschiedenen Reactionen schliesst Hilger mit ziemlicher Sicherheit auf die Gegenwart eines Proteïnkörpers und zwar chondrogener Substanz oder eines ähnlichen Körpers als Hauptbestandtheil mit Beimengung von wenig Mucin. Als anorganische Bestandtheile ergab die Hilger'sche Analyse: kohlensauren Kalk, kohlensaure Magnesia, Spuren von Eisenoxyd und Phosphorsäure nebst geringen Mengen von Schwefel- und Kieselsäure. Der Einzige, welcher seitdem die chemische Untersuchung der Holothurienhaut wieder aufgenommen hat, ist Krukenberg. Er fand*), dass die Haut der *Holothuria tubulosa* sich in kalter concentrirter Schwefelsäure mit eigenthümlich violetter Farbe rasch auflöst, während sie sich beim Kochen mit Natronlange nur langsam und unvollständig löst. Ferner bemerkte er**), dass die Haut von *Holothuria poli, tubulosa, Stichopus regalis* und *Cucumaria planci* in Salzlösungen (z. B. Kochsalz- oder Sodalösung) ausserordentlich rasch schleimig wird und sich zum grössten Theile löst, während sie in destillirtem Wasser nach stundenlangem Liegen nur wenig

*) Vergleichend-physiologische Studien, I. Reihe, 5. Abtheil., Heidelberg 1881.

**) Vergleichend-physiologische Studien, II. Reihe, 1. Abtheil., Heidelberg 1882.

an Festigkeit einbüsst. Er hat dann weiter seine Untersuchungen auf den leimgebenden Körper der Haut gerichtet und gelangte dabei *) zu dem Ergebniss, dass sich kein echtes Collagen, wohl aber sogenanntes Tryptocollagen in derselben nachweisen lässt**). Auch den aus der Körpermuskulatur hergestellten Fleischsaft hat Krukenberg (131 und***) bei *Holothuria poli* und *tubulosa* untersucht und gefunden, dass derselbe einen ziemlichen Eiweissgehalt besitzt und sowohl bei 45° C. als bei 64° C. gerinnt.

Ferner hat Krukenberg†) auf einen eigenartigen, von ihm als Uranidin bezeichneten Farbstoff der Haut einzelner Holothurien aufmerksam gemacht. Er fand denselben bei *Holothuria poli*, vermisste ihn dagegen bei *Holothuria tubulosa, Stichopus regalis, Cucumaria planci, Thyone fusus* und *Synapta digitata.* Durch das braune Pigment der Haut ist er am lebenden Thiere verdeckt, wird aber durch Alkohol oder Wasser oder Glycerin ausgezogen. Die Lösung hat eine gelbe Farbe mit intensiv grüner Fluorescenz. Ist die alkoholische Lösung ganz rein hergestellt, so ist sie monatelang haltbar und weder licht- noch wärmeempfindlich; dagegen zersetzt sie sich sehr rasch in unreinen Gewebsauszügen. Die reine alkoholische Lösung wird durch Ammoniak flockig, durch Kalilauge gallertig gefällt, während sie durch Essigsäure weder eine Fällung noch eine Farbenänderung erleidet. Die wässerigen sowie die Glycerin-Auszüge sind stets viel unreiner als die alkoholischen, weil gleichzeitig ziemlich viel von dem braunen Farbstoff der Haut in die Lösung übergeht. Aether, Benzol, Terpentinöl, Chloroform und Schwefelkohlenstoff nehmen das Uranidin nicht auf. Nach gelegentlich von mir angestellten Beobachtungen besitzt die Haut der *Holothuria forskalii* (= *catanensis*) denselben Farbstoff. Bell (16) und Mac Munn††) erwähnen ihn ferner aus der Haut der *Holothuria nigra.* Nach Bell hat der Farbstoff eine gewisse Aehnlichkeit mit dem von Moseley beschriebenen Antedonin†††), ist aber doch nicht mit demselben identisch. Dagegen sollen verschiedene Tiefsee-Holothurien das Antedonin, allerdings in modificirter Weise, besitzen †††).

2. Verdauungsorgane.

Die mit der Function des Darmrohres in Zusammenhang stehenden peristaltischen Bewegungen des Darmes sind schon von Tiedemann (273) bei *Holothuria tubulosa* beobachtet worden und erklären sich

*) Vergleichend-physiologische Studien, II. Reihe, 1. Abtheil., Heidelberg 1882.

**) Vergl. auch desselben Verfassers Vergleichend-physiologische Vorträge, Heidelberg 1886.

***) Vergleichend-physiologische Studien, II. Reihe, 2. Abtheil., Heidelberg 1882.

†) Vergleichend-physiologische Studien, II. Reihe, 3. Abtheil., Heidelberg 1882.

††) Mac Munn, C. A., Contributions to animal Chromatology, Quart. Journ. Microsc. Sc. (2), Vol. 30, 1889, p. 51—96; p. 64—65. Derselbe Forscher berichtet in dieser Abhandlung auch über seine Untersuchungen der Farbstoffe, welche sich in anderen Organen (Blut, Poli'sche Blase, Darm, Geschlechtsorgane) der *Holothuria nigra* vorfinden.

†††) Carpenter, P. H., Report upon the Challenger-Crinoidea, Part I, London 1884, p. 129.

aus der Anordnung der Muskulatur (s. S. 152—154) und aus der Innervation des Darmrohres (s. S. 70—71). Die physiologische Bedeutung der vier Abschnitte des Verdauungsrohres (s. S. 143—148) suchte Hamann (93) bei *Synapta digitata* auf ganz allgemeine und in dieser Allgemeinheit wohl im Ganzen auch zutreffende Erwägungen hin in der Weise zu kennzeichnen, dass er der Speiseröhre die Function der Aufnahme und Weiterbeförderung der mit dem Drüsensecret der Wandung vermischten Nahrung in den Magen zuschrieb. In dem Magen wird dann die Nahrung mit dem Secret der Magendrüsenzellen vermengt, um alsdann dem Dünndarm zugeführt zu werden, welcher die Resorption und die Ueberleitung der resorbirten Nahrung in die Blutflüssigkeit der Darmblutgefässe besorgt. Der Enddarm schliesslich schafft die unverdauten Bestandtheile der Nahrung als Excremente nach aussen.

Für die Function des als Magen bezeichneten Abschnittes ist bemerkenswerth, das Jourdan (114) denselben bei *Holothuria tubulosa* stets leer von Nahrungstheilen antraf, dagegen erfüllt von einer gelben Flüssigkeit, deren bitterer*) Geschmack schon Tiedemann (273) bekannt war und deren Ursprungsstelle er wohl mit Recht in den zahlreichen Drüsenzellen der Wandung (s. S. 150) erblickt. Die auch in den übrigen Abschnitten des Darmrohres vorkommenden Drüsenzellen (s. S. 149—151) sind ohne Zweifel die Erzeuger des mehr oder weniger stark gefärbten Verdauungssaftes, den Krukenberg im Darme überhaupt antraf und auf seine chemische Wirkung untersuchte (126). Das Ergebniss seiner Experimente**) war, dass dieser Saft in der Regel sowohl ein diastatisches wie ein peptisches und tryptisches Enzym führt, jedes oft in sehr wirksamer Menge.

3. Athmungsorgane.

Wo gut entwickelte Kiemenbäume vorhanden sind, also bei den Aspidochiroten, Dendrochiroten und Molpadiiden, functioniren diese als respiratorische Apparate, was sich äusserlich in dem Ein- und Ausströmen von Wasser durch die Kloakenöffnung zu erkennen gibt.

Die ersten Angaben über das Ausspritzen von Wasser aus der Kloakenöffnung finden sich bei Bohadsch (30). Derselbe erkannte bereits, dass die ausgestossene Flüssigkeit Seewasser ist. Später bemerkten O. F. Müller (189) und Dicquemare (51), dass die Kloakenöffnung sich abwechselnd erweitert und schliesst, was Montagu (176) und Mertens (154) bestätigten. Genauere Beobachtungen über den Rhythmus der

*) Krukenberg (131) gibt an, dass er den Geschmack des „Lebersecretes (nicht den der Leber!)“ bei *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria planci* geprüft, ihn aber nie bitter, sondern fade gefunden habe. Diese Angabe entzieht sich indessen aller Beurtheilung, da man nirgends ersehen kann, woher Krukenberg das „Lebersecret“ genommen hat; morphologisch kennen wir bei keiner Holothurie ein Organ, welches als Leber aufgefasst werden könnte.

**) Vergleichend-physiologische Vorträge, Heidelberg 1886, S. 66.

Kloakenbewegungen hat erst Tiedemann (273) angestellt. Demnach erfolgt bei *Holothuria tubulosa* die Aufnahme und das Ausstossen von Wasser in der Minute ein- bis dreimal. Das aufgenommene Wasser verbleibt 16—20 Secunden im Innern des Thieres. Alsdann öffnet sich die sofort nach der Aufnahme geschlossene Kloake, um das Wasser ausströmen zu lassen, welches häufig durch Excremente getrübt ist. Tiedemann scheint der Ansicht zu sein, dass auf jede Einströmung eine Ausströmung folge. Indessen zeigten die späteren Beobachtungen von Peach (198) an *Holothuria nigra*, Ayres (7) an *Thyone briareus* (Les.), Romanes und Ewart (215) an einer *Cucumaria**) und Semper (238) an grossen *Stichopus*-Arten, dass die Sache sich etwas anders verhält, indem auf jede Ausströmung mehrere Einströmungen folgen. Bei der Ausströmung wird das in den vorhergehenden Einströmungen aufgenommene Wasser in einem kräftigen, manchmal mit Excrementen untermischten Strome ausgestossen. Semper bemerkte aber, was Romanes und Ewart (215) bestätigten, dass zugleich auch noch schwächere Ausströmungen vorkommen, welche den einzelnen Einströmungen folgen. Er schildert den ganzen Vorgang folgendermaassen: Nachdem die grosse, einen dicken Wasserstrahl in wenig Secunden aussendende Ausströmung erfolgt ist, öffnet sich der Schliessmuskel der Kloake und es beginnt eine Einströmung. Die Kloake schliesst sich rasch wieder und dabei tritt eine ganz kurze, schwer zu bemerkende Ausströmung ein, durch welche nur ein sehr geringer Theil des vorher eingeführten Wassers wieder ausgestossen wird. Solcher Einströmungen, die durch kleine Ausströmungen bei jedesmaligem Schliessen des Schliessmuskels unterbrochen werden, folgen nun eine ganze Reihe rasch aufeinander; dabei schwillt der Körper rasch auf, bis sich plötzlich die Kloake weiter als zuvor öffnet und wieder einen dicken Wasserstrahl aussendet. — Da Ayres (7) bei *Thyone briareus* (Les.) und neuerdings Howell (106) bei *Thyone gemmata* (Pourt.) nur 3—4 Einströmungen, dagegen Romanes und Ewart (215) bei einer *Cucumaria**) deren 7—8 zwischen je 2 grossen Ausströmungen bemerkten, so erscheint es wahrscheinlich, dass der Rhythmus der Kloakenbewegungen bei den einzelnen Arten mancherlei Verschiedenheit unterworfen ist. Howell (106) konnte ferner feststellen, dass bei der von ihm untersuchten Art in der Minute 3—4 grosse Ausströmungen abwechselnd mit je 3 Einströmungen, stattfinden. Dagegen folgen bei einer anderen *Thyone*-Art, *Th. fusus var. subvillosa* nach Hérouard's**) Beobachtungen die Ausströmungen viel langsamer auf einander. Zugleich machte er die interessante Wahrnehmung, dass bei halbwüchsigen Thieren die Ausströmungen in derselben Zeit doppelt so oft erfolgen, wie bei den erwachsenen. Bei einem Exemplar von 40 mm Körperlänge betrug das Intervall zwischen zwei Ausströmungen 74 Secunden, bei einem Exemplar von 15 mm Körperlänge aber $37^1/_2$ Secunden. Seine

*) Die sie ohne alle Rücksicht auf die Systematik *Holothuria communis* nennen.

**) Recherches sur les Holothuries des côtes de France, Paris 1890, p. 134.

Beobachtungen lehrten ihn des Weiteren, dass bei den rhythmischen Ausströmungen eigentlich nur das Wasser, welches sich in der Kloake und in den Hauptstämmen der Kiemenbäume befindet, ausgetrieben wird; dass dagegen die Endbläschen der Kiemenbäume sich in ganz regellosem Wechsel ausdehnen und zusammenziehen und so die Flüssigkeit in ihrem Inneren in beständiger Circulation erhalten. Während wir so über die Kloakenbewegungen der Aspido- und Dendrochiroten einigermaassen unterrichtet sind, konnten Danielssen u. Koren (50) sich nicht davon überzeugen, dass auch bei Molpadiiden (ihrem *Trochostoma thomsonii*) dieselben Bewegungen vorkommen. Indessen hat Sluiter (242) bei einer anderen Molpadiide (seiner *Haplodactyla punctata*) den Nachweis erbracht, dass in der Minute 2—3 Einströmungen erfolgen, worauf ein kräftiger, mit Schlamm gemischter Wasserstrahl aus der Kloake austritt.

Nach Tiedemann dringt das einströmende Wasser nur in die Kiemenbäume ein, während es nach Semper seinen Weg zum Theil auch in den Darm nimmt.

Dass das rhythmische Ein- und Ausströmen von Seewasser durch die Kloake im Dienste der Athmung geschieht, dürfte kaum einem ernstlichen Zweifel unterliegen*). Wenn dem aber so ist, so wird man auch nicht umhin können, in den Kiemenbäumen echte Athmungsorgane zu erblicken, wie das seit Cuvier fast alle Forscher gethan haben. Trotzdem macht sich neuerdings einiger Widerspruch gegen diese herkömmliche Auffassung von der Leistung der Kiemenbäume bemerklich. Schon Pourtales (207) äusserte die Vermuthung, dass die Kiemenbäume der *Holothuria atra* Jäg. die Function einer Leber hätten, ohne indessen diese auch schon einmal von Oken ausgesprochene Ansicht mit Gründen zu belegen. Ebenso erklärte Huxley**) unsere Organe ohne weiteres für Excretionsorgane. Neuerdings sind es nun keine Geringeren als Danielssen u. Koren (50), welche sich zu derselben Ansicht bekennen. Sie stützen sich dabei auf folgende Gründe: 1) es gehen keine Blutgefässe an die Kiemenbäume; 2) ein Ein- und Ausströmen konnte an der Kloakenöffnung nicht wahrgenommen werden; 3) bei jungen Thieren sind die Kiemenbäume mit Darminhalt angefüllt. Dagegen ist zu bemerken, dass die hier zu Grunde gelegten Beobachtungen sich nur auf die eine Molpadiiden Art, *Trochostoma thomsonii*, beziehen und schon deshalb nicht ausreichen, um die respiratorische Function der Kiemenbäume überhaupt zu bestreiten. Ferner fehlt es in Bezug auf den ersten Punkt an einem bestimmten Nachweise,

*) Semper vermuthet, dass der rechte und der linke Kiemenbaum sich in verschiedener Weise an der Athmung betheiligen, so nämlich, dass jener (zusammen mit dem Darme) allein den eintretenden Wasserstrom aufnimmt, dieser aber nur bei der Exspiration durch Abgabe des aus der Leibeshöhle aufgenommenen Wassers thätig ist. Wie weit diese Vermuthung den Thatsachen entspricht, muss einstweilen dahingestellt bleiben.

**) Wirbellose Thiere, übersetzt von Spengel, 1878, S. 483. Auch bei G. Rolleston, Forms of Animal Life, Oxford 1870, p. 150, wird der Ansicht Ausdruck gegeben, dass den Kiemenbäumen eher eine excretorische als eine respiratorische Function zukomme.

dass die von Semper auch den Molpadiiden zugesprochenen Bluträume der Kiemenwand (s. S. 215) wirklich fehlen und selbst, wenn dem so wäre, könnte ein respiratorischer Gasaustausch zwischen der Leibeshöhlenflüssigkeit und der Flüssigkeit im Innern der Kiemenbäume dennoch stattfinden. Punkt 2 steht in Widerspruch mit derweiter oben angeführten, allerdings auf eine andere Molpadiide bezüglichen Beobachtung Sluiter's. Und was den dritten Punkt anbetrifft, so geben Danielssen u. Koren selbst an, dass das nur für die jungen, nicht aber für die erwachsenen Thiere gilt; es könnte daraus also auch nur gefolgert werden, dass bei den Jungen — vorausgesetzt, dass das Vorkommen von Darminhalt in ihren Kiemenbäumen wirklich ein normaler Zustand ist — die Kiemenbäume in ihre spätere Athemfunction noch nicht eingetreten sind.

Es scheint mir also kein triftiger Anlass gegeben zu sein, die respiratorische Thätigkeit der Kiemenbäume ernstlich in Zweifel zu ziehen. Das schliesst natürlich nicht aus, dass sie zugleich eine secretorische Nebenleistung übernommen oder festgehalten haben, welche phylogenetisch wahrscheinlich die primäre Function war, an deren Stelle dann secundär durch Functionswechsel die Athemthätigkeit einsetzte. Entwicklungsgeschichtlich steht einer solchen Auffassung nichts entgegen und morphologisch spricht dafür der Umstand, dass bei manchen Elasipoden (s. S. 166) sich an Stelle der Kiemenbäume ein einfaches Darm-Divertikel befindet. Es ist übrigens schon Semper (238) zu der Ansicht gekommen, dass die Kiemenbäume nicht nur Athmungs-, sondern zugleich auch Ausscheidungsorgane sind, welche durch die Thätigkeit ihres inneren Epithels die zahlreichen gelben Körnchenhaufen absondern, die er frei im Lumen der Kiemenästchen antraf.

Dass die Athmung jedenfalls die Hauptleistung der Kiemenbäume ist, geht aus den Beobachtungen und Versuchen Tiedemann's (273) schlagend hervor. Sehr oft beobachtete er, dass Exemplare von *Holothuria tubulosa*, welche sich 12—18 Stunden in einem Gefäss mit Wasser befanden und dieses durch die abgegangenen Excremente getrübt hatten, die Kloakenöffnung an den Wasserspiegel brachten und nunmehr direct Luft in dieselbe einströmen liessen. Diese Nothathmung stellten die Thiere sofort ein, wenn sie in reines Seewasser verbracht wurden. Blieben sie in dem verunreinigten oder auch in reinem, aber nicht erneuertem Wasser über einen Tag lang, so gaben sie schliesslich auch die directe Luftathmung auf, sanken ermattet zu Boden und verendeten. Wurde den Thieren die Kloake zugebunden, so starben sie schon nach einigen Stunden.

Um aber auf die excretorische Nebenfunction der Kiemenbäume zurückzukommen, so behauptet auch der letzte Forscher, welcher sich mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, dass man eine solche annehmen müsse. Hérouard*) fand nämlich, dass das aus der Kloake ausströmende Wasser keineswegs, wie man bis dahin angenommen hatte

*) l. c. p. 133.

(soweit es nicht durch Excremente des Darmes getrübt ist), lediglich Seewasser ist, sondern verschiedene zellige Gebilde enthält: Wanderzellen, abgelöste Epithelzellen des inneren Epithels der Kiemenbäume und drittens sehr zahlreihe Zellen, welche sich durch braune Granulationen auszeichnen und auch in der Wandung der Kiemenbäume, dicht unter deren Binnenepithel anzutreffen sind. Damit sind offenbar dieselben Gebilde gemeint, welche Semper bei den von ihm untersuchten Arten als gelbe Körnerhaufen im Lumen der Kiemenästchen, Hamann (93) bei *Holothuria tubulosa* in der Bindegewebsschicht der Kiemenwand erwähnen. Hérouard sieht demzufolge in den braungranulirten zelligen Elementen Gebilde, welche als nicht weiter verwerthbare Dinge aus dem Körper herausgeschafft werden.

Hérouard*) ist dann weiterhin der Ansicht, dass mit der excretorischen Thätigkeit die Nebenleistung der Kiemenbäume noch nicht erschöpft ist, dass sie vielmehr noch zwei andere Aufgaben zu vollziehen haben; erstens sorgten sie durch die Aufnahme oder Abgabe von Wasser für einen Füllungszustand des Körpers, welcher dem wechselnden Contractionszustande der Körperwand entspreche, seien also ein hydrostatischer Apparat; zweitens seien sie wahrscheinlich bei der Bildung der Wanderzellen betheiligt, da sich in ihrer Wandung eine so grosse Menge dieser Zellen befinde.

Da den Elasipoden und den Synaptiden die Kiemenbäume fehlen, muss deren Athmung durch andere Organe besorgt werden. In Betreff der Synaptiden äusserte schon Jäger (110) die Vermuthung, dass ihre Fühler neben ihren übrigen Leistungen zugleich im Dienste der Athmung stünden. Quatrefages (210) hat sich nach seinen Beobachtungen an *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) dieser Auffassung angeschlossen und zu dem gleichen Ergebnisse ist neuerdings Semon (235) gelangt. Beide heben zur Begründung ihrer Ansicht hervor, dass im Inneren der Fühler stets eine ausserordentlich lebhafte Circulation zu bemerken ist. Fortdauernd werden im raschen Tempo die Inhaltskörperchen durch die Wimpern der Wandung von der Basis zu den Endspitzen der Tentakel emporgewirbelt; in den Endspitzen bildet sich ein Rückstrom, der in der Achse der Innenräume zur Fühlerbasis zurückkehrt. Mit dieser Begründung dürfte die Frage indessen noch nicht erledigt sein. Es kommen dieselben Strömungen auch in den Füsschen der mit Kiemenbäumen ausgestatteten Seewalzen vor, wie solches wohl zuerst von Anderson (5) an einer Cucumarien-Art beobachtet worden ist. Demnach wird weiter zu untersuchen sein, ob nicht bei allen Holothurien das Wassergefässsystem überhaupt und insbesondere seine äusseren Anhänge, Fühler und Füsschen (einschliesslich der „Ambulacralpapillen"), an dem Athmungsvorgange mitbetheiligt sind. Hérouard**) ist geneigt, diese Frage für die Füsschen zu

*) l. c. p. 130 u. 134.
**) l. c. p. 63 u. 64.

verneinen, dagegen für die Fühler zu bejahen. Da er aber keine durchschlagenden Gründe beibringt, so bleibt die Frage nach wie vor eine offene, und wenn man ferner erwägt, dass in zahlreichen Fällen die Ambulacralpapillen des Rückens kaum noch im Stande sind, irgendwie der Locomotion zu dienen, aber doch wohl irgend eine Function haben müssen, so wird man der Möglichkeit Raum geben, dass sie im Dienste der Athmung stehen.

Neben den Fühlern weist Quatrefages (210) auch der Leibeshöhlenflüssigkeit der *Synapta inhaerens* einen Antheil an der Athmung zu, da dieselbe durch die Contractionen des Körpers und die Bewegungen des Darmes in einem beständigen Hin- und Herströmen gehalten wird und von dem äusseren Medium nur durch die dünne Körperwand geschieden ist. Auch dürften, wie schon Baur (10) bemerkt, die Wimperorgane der Synaptiden als Hülfsorgane für die respiratorische Bewegung der Leibeshöhlenflüssigkeit in Anspruch genommen werden. Im Grossen und Ganzen wird man nicht umhin können, wenigstens bei allen dünnwandigen Seewalzen, auch dann, wenn sie wohl ausgebildete Kiemenbäume besitzen, in der Haut überhaupt ein Organ der Athmung zu erblicken. Bei den Elasipoden fehlen ausser den Kiemenbäumen auch die Wimperorgane und ihre kleinen Fühler bieten offenbar zu wenig Oberfläche dar, um das ganze Athembedürfniss befriedigen zu können, sodass man zu der Annahme gedrängt wird, dass hier die ganze Haut, einschliesslich der Fühler, Füsschen und Papillen, die Athmung besorgt; vielleicht haben auch das Rückensegel mancher Elpidiiden und der Schwanzanhang der Gattung *Psychropotes* (s. S. 111) die Bedeutung respiratorischer Anhänge.

Semper (238) hält es für möglich, dass bei einzelnen Holothurien auch die innere Oberfläche des Darmrohres zur Athmung benutzt wird. Denn er glaubte aus Beobachtungen an seiner *Haplodactyla molpadioides var. pellucida* schliessen zu dürfen, dass das durch die Kloake einströmende Wasser theilweise in den Darm eindringe und hier bis dicht an den Magen gelange. Unterhalb des Magens aber finden sich bei manchen Aspidochiroten sowie bei *Trochostoma thomsonii* unter den Molpadiiden die S. 146 und 217 beschriebenen und dort vorläufig als Darmkiemen bezeichneten, blutreichen Faltensysteme. Semper vermuthet nun, dass an diesen Falten ein respiratorischer Gasaustausch zwischen dem Blute und dem nach Analogie der *Haplodactyla molpadioides* eingedrungenen Seewasser stattfinde. Dem steht aber entgegen, dass man den Darm gewöhnlich mit festen und breiigen Massen so angefüllt findet, dass man nicht versteht, wie das durch die Kloake einströmende Wasser bis zu jenen Falten gelangen könnte. Semper hat übrigens schon selbst zugegeben, dass die „Darmkiemen“ ausser der von ihm angenommenen Athmung auch noch eine Rolle bei der Resorption des Nahrungssaftes zu spielen haben. Danielssen u. Koren (50) halten ausschliesslich diese letztere Deutung für die richtige und erklären deshalb die Faltensysteme im Innern des Darmrohres lediglich für eine Einrichtung zur besseren Aufsaugung des Chymus.

4. Blutgefässsystem.

Das ganze Blutgefässsystem, dessen Anordnung und Bau S. 198 bis 223 und S. 246—248 geschildert worden ist, stellt ein zusammenhängendes, epithelloses Lückensystem des Bindegewebes dar, dessen physiologische Bedeutung nach zwei Richtungen zu erörtern ist: 1) Bewegt sich die Inhaltsflüssigkeit in bestimmter Richtung? 2) Hat das Blut eine respiratorische oder eine ernährende Function oder vielleicht auch eine excretorische?

Tiedemann (273) vertrat die Ansicht und suchte sie ausführlich zu begründen, dass ein wahrer Kreislauf des Blutes stattfinde, in welchem dasselbe sich stets in einer bestimmten Richtung in seinen Bahnen fortbewege; er bezeichnete deshalb die einen Gefässe als Arterien, die anderen als Venen. Semper (238) aber hob mit Recht die ausserordentlichen Schwierigkeiten hervor, die sich einer sicheren Beantwortung dieser Frage entgegenstellen. Da er aber ebenso wie Tiedemann die Beobachtung machte, dass das ventrale Dünndarmgefäss sich von der Mitte aus nach seinen beiden Enden ausdehnt und zusammenzieht, so hält er es immerhin für möglich, dass die Tiedemann'sche Ansicht vom Kreislauf der Holothurien im Grossen und Ganzen das Richtige getroffen hat. Nun aber ist es Anderen, z. B. auch mir, nicht gelungen, jene Contractionen des ventralen Dünndarmgefässes als ganz regelmässige wahrzunehmen; ebenso wie Joh. Müller (183) und Baur (10) an *Synapta digitata* und *Holothuria tubulosa* bemerkten, sah auch ich wohl unregelmässige, wellenförmige, wogende Bewegungen an den Darmblutgefässen, aber eine constante Richtung und ein regelmässiger Rhythmus dieser Bewegungen war nicht zu erkennen. Auch spricht der plexusartige Bau der Blutgefässe, sowie der völlige Mangel irgend welcher Klappeneinrichtungen gegen die Annahme eines ganz bestimmt gerichteten Kreislaufes*). Theils durch die Contractionen der Muskelfasern in der Wand der grösseren Blutgefässe, theils durch die Bewegungen des Darmes und die Contractionen der Körperwand wird der Inhalt des Blutgefässsystemes in regelloser Weise in einer hin- und herströmenden Bewegung gehalten. Insbesondere ist gar kein ausreichender Grund vorhanden von Arterien und Venen zu sprechen. Die grossen Darmgefässe scheinen nur die Sammelgefässe für die ernährende Flüssigkeit zu sein, welche durch das Gefässnetz der Darmwand aufgesaugt worden ist; aus diesen Sammelgefässen wird dann die ernährende Flüssigkeit ihren Weg direct oder indirect in alle Blutlücken des Bindegewebes finden. Für die Unterscheidung von Arterien und Venen müsste sich erstens zeigen lassen, dass ein bestimmter Abschnitt der Blutgefässe ausschliesslich oder doch vorwiegend als pro-

*) Auch Hérouard (l. c.) hat sich gegen das Vorhandensein eines echten Kreislaufes ausgesprochen.

pulsatorischer Apparat (Herz) functionirt, was bis jetzt weder für das ventrale Dünndarmgefäss noch auch für einen anderen Abschnitt*) des Blutgefässsystemes nachzuweisen gelang. Zweitens müsste klargestellt werden, ob das Blut wirklich eine respiratorische Function besitzt und dieselbe vorzugsweise in einem bestimmten Organe, etwa den Kiemenbäumen, ausübt? Auch dieser Beweis ist noch nicht erbracht.

Ueber die Function des Blutes, d. h. der Inhaltsflüssigkeit des als Blutgefässsystem bezeichneten Lückensystemes des Bindegewebes, hat sich insbesondere Krukenberg (131) bemüht ins Reine zu kommen. Er untersuchte zu dem Zwecke das vollständig reine, aus den Darmgefässen der *Holothuria tubulosa* entnommene Blut und konnte zunächst die schon S. 220—222 erwähnte, auffallende Aehnlichkeit desselben mit der Flüssigkeit des Wassergefässsystemes und der Leibeshöhle bestätigen. Er bezeichnet dasselbe als eine schleimige Flüssigkeit, was einen grösseren Gehalt an Eiweissstoffen vermuthen lässt, fand aber ferner, dass dasselbe in ganz reinem Zustande im Gegensatz zu der S. 221 erwähnten Angabe Tiedemann's völlig farblos ist; mehr oder weniger bräunlich sieht es nur aus, wenn es bei unvorsichtiger Herstellung des Präparates durch abgerissene Gewebszellen u. dergl. verunreinigt ist. Das Blut enthält nach Krukenberg auch keinen Körper, welcher etwa unter dem Einflusse von Kohlensäure, Sauerstoff oder atmosphärischer Luft einen wechselnden Farbenton annimmt**). Ein Gegensatz zwischen „arteriellem" und „venösem" Blute war nicht aufzufinden. Infolge dessen kommt er zu dem Schlusse, dass das Blut vorzugsweise die Ernährung der Gewebe zu besorgen habe, während der Leibeshöhlen- und Wassergefässflüssigkeit in erster Linie eine respiratorische und locomotorische Thätigkeit zufalle.

Dass das „Blut" der Holothurien für die Respiration nur eine untergeordnete Bedeutung hat, scheint mir auch daraus hervorzugehen, dass die Wundernetze, welche besonders bei den Aspidochiroten den linken Kiemenbaum umspinnen, sich mit der Kiemenwand in gar keine feste Verbindung setzen. Dieser Umstand dürfte vielmehr darauf hindeuten, dass den Wundernetzen, wie Hérouard (l. c.) vermuthet, eine excretorische Function zukommt.

5. Wassergefässsystem.

Ueber die Function der äusseren Anhänge des Wassergefässsystemes ist an anderen Stellen berichtet. Zusammenfassend sei daher hier nur bemerkt, dass die Fühler 1) zum Tasten (s. S. 399), 2) zur Nahrungsaufnahme (s. S. 416), 3) zur Fortbewegung (s. S. 413), 4) zur Athmung (s. S. 391) benutzt werden; die Füsschen dienen in ähnlicher Weise

*) Z. B. für den Blutgefässring, in welchem Danielssen u. Koren (50) bei *Kolga hyalina* ein „Herz" sehen wollen.

**) Insbesondere hat er das Blut auch auf das Vorkommen von Haemocyanin geprüft, aber mit negativem Erfolge. Centralbl. f. d. medic. Wissensch., 1880.

1) dem Tasten (s. S. 399), 2) der Athmung (s. S. 391), ganz besonders aber 3) der Fortbewegung (s. S. 412). Wie sich bei den Bewegungen der Füsschen die Füsschenampullen verhalten, ist ebenfalls an anderer Stelle (s. S. 413) auseinandergesetzt. In ganz derselben Beziehung stehen die Fühlerampullen zu den Fühlern. Die Semilunarklappen der Fühlerkanäle (s. S. 123 und 244), deren allgemeines Vorkommen durch die Beobachtungen von Barthels und mir*) bestätigt worden ist, spielen bei den Bewegungen der Fühler eine ähnliche Rolle, wie die ebenso gebauten Ventile in den Füsschenkanälen. Wie schon W. Thomson (270) an jungen Synapten gesehen hat, ist bei zurückgezogenem Fühler das Ventil geöffnet, während es bei ausgestrecktem und in Bewegung begriffenem Fühler geschlossen ist. Hamann (93) und Semon (236) haben sich über die Thätigkeit der Klappenventile noch genauere Rechenschaft zu geben versucht. Nach meinen eigenen Beobachtungen kann ich mich ihren Ansichten nur anschliessen. Das Oeffnen der Klappenventile wird durch Contraction ihrer Muskelfasern bewirkt. Im erschlafften Zustande dieser Muskeln legen sich die Klappen durch den Druck der zurückstauenden Flüssigkeit mit ihren freien Rändern aneinander, versperren also der Flüssigkeit den Weg in centripetaler Richtung; dadurch bleiben die Fühler prall und können nunmehr durch partielle Contraction ihrer Längsmuskulatur Krümmungen und Biegungen der verschiedensten Art ausführen. Sobald sich aber die Muskelfasern in den Klappenventilen zusammenziehen, entfernen sich die freien Ränder der Klappen voneinander, es öffnet sich also das Ventil und es kann die Flüssigkeit auch in centripetaler Richtung hindurchströmen.

Die schon einmal im Jahre 1857 von Williams**) vertretene Ansicht, dass der Steinkanal nicht der Wassereinfuhr, sondern der Ausscheidung diene, hat 30 Jahre später Hartog***) wieder aufgenommen. Eine Nachuntersuchung meinerseits†) hat nun aber gezeigt, dass weder bei erwachsenen Exemplaren von *Holothuria tubulosa* und *Stichopus regalis*, noch auch bei Auricularien ein Ausströmen an der Madreporenplatte, bez. am Rückenporus, stattfindet. Aehnliche Beobachtungen hat übrigens auch schon W. Thomson (270) an 1,9 mm langen Jungen der *Synapta inhaerens* gemacht; er gibt ausdrücklich an, dass er am Madreporenköpfchen das Wasser öfters hinein-, aber niemals herausfliessen gesehen habe. Bei meinen Untersuchungen öffnete ich an eben gefangenen, lebendigen Exemplaren von *Holothuria tubulosa* und *Stichopus regalis* die Leibeshöhle durch einen raschen Längsschnitt; alsdann wurde der Steinkanal mit ganz unversehrtem Madreporen-Abschnitt ausgeschnitten, unter das Mikro-

*) Zool. Anzeiger, Nr. 360. 1891.

**) Ann. Mag. Nat. Hist., Vol. XIX. 1857. p. 55.

***) Hartog, Marcus M., The True Nature of the Madreporic System of Echinodermata, with Remarks on Nephridia. Ann. Mag. Nat. Hist., November 1887, p. 321—326.

†) Ueber die Function der Madreporenplatte und des Steinkanals der Echinodermen. Zool. Anzeiger, Nr. 339, 1890.

skop gebracht und unter Zusatz einiger Tropfen der Leibeshöhlenflüssigkeit, mit oder ohne Beimengung von etwas Karmin oder Beinschwarz, untersucht. Bei anhaltender genauer Beobachtung konnte ich deutlich sehen, dass an jedem der zahlreichen feinen Poren des Madreporen-Abschnittes ein gerade auf die äussere Porenöffnung gerichteter Strom vorhanden ist. Die bewimperte Porenöffnung ist sehr eng, sodass nur sehr feine Körperchen diesen Eingang passiren können und auch sie nur dann, wenn sie in senkrechter Richtung genau auf die Mitte der Porenöffnung treffen; im anderen Falle werden sie von den Wimperhärchen des Porenrandes entweder zurückgeschleudert und gerathen dann in den rückläufigen Strom, welcher naturgemäss den Einflussstrom umhüllt, oder sie bleiben an den Wimperhärchen hängen. Stellt man das Mikroskop auf die in den rückläufigen Strom gerathenen Körnchen ein, so macht es freilich den Eindruck, als habe man es mit einer Ausflussöffnung zu thun; entsprechende Veränderung der Einstellung aber zeigt, dass dieser rückläufige Strom gewissermaassen nur die Wand eines Trichters bildet, durch dessen Achse der Einflussstrom seinen Weg nimmt. — An Auricularien konnte ich feststellen, dass Karminkörnchen durch den wimpernden Rückenporus hindurch ihren Weg bis in die Hydrocölanlage nahmen.

Die Poren an dem Madreporen-Abschnitt des Steinkanales sind übrigens bei *Holothuria tubulosa* so eng, dass sie den Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit den Durchtritt nicht gestatten. Am lebenden Objecte beobachtete ich, dass diese Zellen stets zurückprallen, wenn sie gegen einen Porus antreiben. Die Uebereinstimmung zwischen den Zellen der Wassergefässflüssigkeit einerseits und derjenigen der Leibeshöhlenflüssigkeit andererseits kann demgemäss durch den Bau des Madreporenköpfchens nicht erklärt werden, sondern muss auf einer anderen Ursache beruhen. Als solche darf man wohl die amöboide Bewegungsfähigkeit dieser Zellen ansehen, welche ihnen gestattet, durch active Wanderungen aus dem Wassergefässsystem in das Bindegewebe und in die Leibeshöhle oder auch umgekehrt aus dieser in das Bindegewebe und aus dem Bindegewebe in das Wassergefässsystem zu gelangen.

Die Poli'sche Blase dient dem Wassergefässsystem als ein Reservoir, welches bei Contraction der peripherischen Bezirke des Systemes das zum Centrum zurückströmende Wasser aufnimmt. Mit Hülfe der Muskulatur ihrer Wandung vermag die Blase später, beim Nachlassen jener Contraction, das Wasser wieder in die peripherischen Bahnen hinauszutreiben. Jourdan (114) ist der Meinung, dass die Poli'sche Blase ausserdem die Aufgabe habe, aus degenerirenden Zellen ihres inneren Epithelbelages die nicht zelligen Inhaltskörper der Wassergefässflüssigkeit (s. S. 137) zu liefern. Cuénot*) geht noch weiter und hält die Wandung der Poli'schen Blase überhaupt für den Bildungsherd aller, auch der zelligen Inhaltskörper der Wassergefässflüssigkeit (s. S. 137), welchen er den Namen

*) Archives de zool. expér. et gén., 2. Sér., T. VII, 1889, p. VIII.

der Amöbocyten gibt. Demzufolge sieht er in der Poli'schen Blase eine Art von lymphatischer Drüse.

Die nicht zelligen, gefärbten Inhaltskörper sind nach Jourdan (114), Cuénot*) und Hérouard (l. c.) nur das Endproduct einer allmählichen Umwandlung der zelligen. Letztere sind wahrscheinlich anfänglich immer einfache amöboide Zellen, welche sich mit Reservestoffen des Stoffwechsels beladen und dadurch zu den sog. Schleim- oder Wanderzellen werden. Diese thun eine Zeit lang ihre Dienste, verlieren aber schliesslich ihren Kern und werden endlich zu den bräunlichen Körpern.

Ueber die physiologisch-chemische Beschaffenheit der Inhaltsflüssigkeit des Wassergefässsystemes ist in Ergänzung und Bestätigung des S. 136—137 Mitgetheilten zunächst zu erwähnen, dass Krukenberg**) in dem Inhalte der Poli'schen Blase bei *Holothuria poli* und *tubulosa* nur sehr geringe Mengen von gelösten Eiweissstoffen nachzuweisen vermochte. Die vorhin erwähnten, in der Flüssigkeit schwimmenden, bräunlichen bis rothbraunen Massen, welche S. 137—138 besprochen worden sind, traf derselbe Forscher***) in reichlicher Menge in der Poli'schen Blase der *Cucumaria planci* an und beschreibt sie als einen rothbraunen Bodensatz, welcher aus verklebten, schwach roth gefärbten Rundzellen besteht und nach dem Eintrocknen mit der Zeit ein dunkelgrünes Colorit annimmt. Die Färbung rührt von einem Pigmente her, welches dem Helicorubin in mancher Beziehung gleicht, in jedem Falle aber kein Hämoglobin ist und mit dem Respirationsvorgange nichts zu thun hat. Auch W. H. Howell [†) u. (107)] untersuchte denselben Farbstoff bei einer anderen Holothurienart, *Thyone gemmata* (Pourt.), fand ihn an ovale kernhaltige Körperchen (also wohl Zellen) gebunden und bestätigt, dass er mit Hämoglobin nicht identisch sei. Derselbe Farbstoff ist es wohl auch, den dann weiterhin Mac Munn††) aus der Poli'schen Blase der *Holothuria nigra* erwähnt und als ein Lipochromogen bezeichnet. Die amöboiden, farblosen Zellen der Wassergefässflüssigkeit sah Howell (106) bei derselben Art in der isolirten Flüssigkeit zu Plasmodien zusammenfliessen.

Man wird demnach dem Wassergefässsystem überhaupt ausser seiner locomotorischen Hauptfunction wohl auch noch eine ernährende und eine respiratorische Nebenfunction zuschreiben dürfen. Die ernährende findet darin ihren Ausdruck, dass die mit Nährsubstanzen beladenen Wanderzellen durch die Bahnen der Wassergefässe weiter transportirt werden. Die respiratorische Leistung aber ist auf die Fühler und Füsschen beschränkt und an keinen dem Hämoglobin zu vergleichenden Farbstoff gebunden.

---

*) Archives de zool. expér. et gén., 2. Sér., T. VII, 1889, p. VIII.

**) Vergleichend-physiologische Studien, II. Reihe, 1. Abtheil., Heidelberg 1882.

***) An dem eben angeführten Orte, sowie auch in: Vergleichend-physiologische Vorträge, Heidelberg 1886.

†) John Hopkins Univ. Circ., Vol. 5, 1885, p. 5.

††) Mac Munn, C. A., Contributions to animal Chromatology, Quart. Journ. Microsc. Sc. (2), Vol. 30, 1889, p. 51—96.

Anhangsweise sei bemerkt, dass die S. 239 betonte Uebereinstimmung der Leibeshöhlenflüssigkeit mit derjenigen des Wassergefässsystemes auch in physiologisch-chemischer Richtung bestätigt worden ist. Krukenberg (131) beschreibt sie bei *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria* als eine durchaus farblose Flüssigkeit, welche auch bei *Cucumaria planci**) sehr arm an gelösten Eiweissstoffen ist. Er stellte ferner fest, dass sich darin kein Körper findet, der unter dem Einflusse von Kohlensäure, Sauerstoff oder atmosphärischer Luft einen wechselnden Farbenton annimmt. Immerhin hält er (131) es für wahrscheinlich, dass der Leibeshöhlenflüssigkeit eine respiratorische Function zukommt, welche vielleicht an die darin schwimmenden Zellen gebunden ist. Denselben rothbraunen Bodensatz, den er in der Wassergefässflüssigkeit antraf, fand er bei *Cucumaria planci**) oft, aber doch nicht in der Mehrzahl der Fälle, in der Flüssigkeit der Leibeshöhle; ebenso fand ihn Howell (107) bei *Thyone gemmata* (Pourt.). Auch die Plasmodienbildung seitens der amöboiden, farblosen Inhaltszellen in der isolirten Flüssigkeit kommt nach dem Letztgenannten (106) der Leibeshöhlenflüssigkeit in demselben Maasse zu wie der Wassergefässflüssigkeit.

6. Nervensystem.

Wie vom morphologischen, so verhält sich auch vom physiologischen Gesichtspunkte aus der Ringnerv als der eigentliche Centraltheil des Nervensystems. Aus den beiden von ihm festgestellten Thatsachen, dass bei der Selbstzerstückelung der *Synapta digitata* nur das den Ringnerven einschliessende Kopfstück sich aufs Neue zu zerstückeln vermag, diese Fähigkeit aber sofort nach Durchschneidung des Ringnerven verliert, hat Baur (10) mit Recht geschlossen, dass der Ringnerv ein Centralorgan sei, welches auf die Bewegungen der Körpermuskulatur einen bestimmenden Einfluss ausübt. Dieser Ansicht, dass der Ringnerv functionell höher stehe als die Radialnerven, sind auch die späteren Forscher, z. B. Semon (233, 236) und Hamann (92, 93) gefolgt; doch ist nicht zu verkennen, dass erneuerte und ausgedehntere experimentelle Untersuchungen über diese Frage, wie man solche bei anderen Classen der Echinodermen vorgenommen hat, für die Holothurien bis jetzt noch nicht vorliegen.

Empfindlichkeit gegen chemische und mechanische Reize kommt in deutlichster Weise zum Ausdruck. Berührung der Fühler oder Füsschen veranlasst dieselben sofort zu ausweichenden Bewegungen oder zum Zurückziehen. Unsanftes Anfassen und andere Belästigungen beantworten die Holothurien mit Zusammenziehung des ganzen Körpers, Ausspritzen des Athemwassers, Auflösen der Haut, Ausschleudern der Cuvier'schen Organe, Ausstossen der Eingeweide oder Zerstückelung des Körpers;

*) Krukenberg, Vergleichend-physiologische Studien, II. Reihe, 1. Abth., Heidelberg 1882.

die auffallendsten unter diesen Erscheinungen sind weiter unten, S. 418 bis 422, näher besprochen. Selbst auf leichte Erschütterungen des Bodens reagiren manche Arten sofort durch Bewegungen. Aus alledem geht hervor, dass die Haut dieser Thiere sehr reich an sensiblen Nerven sein muss und dem entspricht denn auch thatsächlich der anatomische Befund (s. S. 72—76). Mit Recht darf man in den Sinneszellen und Sinnespapillen der Haut, in den Sinnesplatten der Füsschen, in den Sinnesplatten, Sinnespapillen und knospenförmigen Sinnesorganen der Fühler Tastapparate erblicken*). Ob einzelnen derselben eine specialisirte Function als Geruchs- oder Geschmacksorgane zukommt, ist zweifelhaft, aber immerhin möglich. An Geschmacksorgane könnte man bei den Sinneszellen der Mundscheibe und den knospenförmigen Sinnesorganen der Fühler (Hamann, Semon) denken. Den Geruchssinn suchte Graber**) dadurch zu prüfen, dass er verschiedene Riechstoffe an der Spitze eines Glasstäbchens bis auf 2—5 mm Entfernung an die Füsschen oder Fühler der Holothurien heranbrachte. Bei Anwendung von Rosenöl zog alsdann eine *Holothuria tubulosa* ihre Füsschen nach wenigen Secunden ein; noch stärker wurden die Füsschen bei Anwendung von Rosmarinöl zurückgezogen, schwächer dagegen bei Asa foetida. Dagegen reagirten die ausgestreckten Fühler einer jungen *Synapta digitata* weder gegen Rosenöl, noch gegen Asa foetida, wohl aber gegen Rosmarinöl.

Von höheren Sinnesorganen werden einzelnen Holothurien Hörbläschen und Augen zugeschrieben. Dass die nur bei Synaptiden und Elasipoden bekannten Hörbläschen (s. S. 76—79) morphologisch als solche aufzufassen sind, steht ausser Zweifel. Ebenso halte ich es für sicher, dass sie keineswegs rückgebildete Organe darstellen, wie Hamann (93) meinte; denn durch eine von Barthels und mir***) vorgenommene Untersuchung derselben an sieben verschiedenen Synaptiden konnten wir uns in Uebereinstimmung mit Semon (235 u. 236) überzeugen, dass sie stets in nervöser Verbindung mit den Radialnerven stehen und also wohl auch in irgend einer Weise als nervöse Endapparate functioniren müssen. Ob sie freilich in Wirklichkeit dem Thiere ein Hören vermitteln, bedarf um so mehr der experimentellen Untersuchung, als Quatrefages (210) und Semon (235) an mittelmeerischen Synaptiden eine völlige Taubheit für gewöhnliche Töne glaubten constatiren zu können. Semon vermuthet, dass vielleicht die „Hörbläschen" es sind, welche dem Thiere jede Erschütterung des Sandes, in oder auf dem es lebt, oder des Gefässes, in dem es sich befindet, zur Empfindung bringen. Die Frage nach dem Vorkommen von Sehorganen ist in ein anderes Stadium, als auf S. 79 dargestellt, eingetreten, seit es vor Kurzem Barthels und mir†) gelang, an

*) Ueber die Ansicht Semper's, dass auch die Kalkkörper der Haut zum Tasten dienen, s. S. 383.

**) Graber, V., Ueber die Empfindlichkeit einiger Meeresthiere gegen Riechstoffe. Biolog. Centralbl. Bd. 8, 1889, S. 750.

***) Zur Anatomie der Synaptiden. Zoolog. Anzeiger, Nr. 360, 1891.

†) l. c.

den sog. Augen der *Synapta vittata* (Forsk.) die Zusammensetzung eines unzweifelhaften Sinnesorganes anzutreffen. Bei dieser Art entspricht einem jeden der beiden an jeder Fühlerwurzel befindlichen Pigmentflecke eine Verbreiterung des Fühlernerven, welche sich durch eine ansehnliche Gruppe glasheller, von Pigment umlagerter Sinneszellen auszeichnet; die ganze Gruppe wird überdies von einer pigmentirten Schicht wie von einem Gewölbe überdacht. Bei *Synapta orsinii* Ludw. fanden wir an denselben Stellen einen kurzen Nervenast, welcher vom Fühlernerv abgeht und an seinem Ende zu einem kugeligen, ganglionären Gebilde anschwillt. Nach diesen Befunden glauben wir uns zu der Vermuthung berechtigt, dass auch die bei *Synapta lappa* J. Müll. und *Synapta vivipara* (Oerst.) bekannten paarigen Pigmentflecke auf den Fühlerbasen Sinnesorgane darstellen. Dagegen müssen wir Hamann (93) zustimmen, wenn er den unpaaren Pigmentflecken, welche bei *Synapta digitata* nicht auf, sondern zwischen den Fühlerbasen angebracht sind, die Bedeutung eines Sinnesapparates abspricht. Ob nun aber die soeben beschriebenen Sinnesorgane der *Synapta vittata* und *orsinii* dem Thiere eine Lichtempfindung oder gar eine Bildwahrnehmung vermitteln, ist einstweilen ganz unbekannt. Bei den mittelmeerischen Arten, welchen diese Organe fehlen, konnte Semon (235) keinerlei Reaction gegen Licht wahrnehmen; die Bewegungen und das sonstige Benehmen der Thiere schienen von Hell und Dunkel ganz unabhängig zu sein und erfolgten in gleicher Weise bei Tage wie bei Nacht. Auch auf plötzliche intensive Beleuchtung oder Beschattung konnte Semon keinerlei Wirkung wahrnehmen, während Quatrefages (210) im Gegensatze dazu angibt, dass die *Synapta inhaerens* eine plötzliche starke Beleuchtung durch Bewegungen des Körpers und der Fühler beantwortete, letzteres namentlich dann, wenn das Licht gerade die Fühler traf.

Im Anschlusse an die Function des Nervensystemes mögen die Beobachtungen eine Stelle finden, welche man über die Einwirkung verschiedener Arzneistoffe und Gifte an Holothurien angestellt hat. Dieselben rühren ausschliesslich von Krukenberg (128) her. Er experimentirte mit *Synapta digitata* und fand, dass dieselbe durch eine Curarelösung von 1 : 300 in 20 Minuten vollkommen gelähmt wird; Wiederbelebungsversuche misslangen. Kampher-Einwirkung bewirkte in 30 Minuten völlige Bewegungslosigkeit, aus welcher sich das Thier nach einstündigem Aufenthalte in frischem Seewasser wieder erholte. Strychninnitrat von 1 : 500 rief in 25 Minuten Bewegungslosigkeit hervor; in frischem Seewasser kehrte alsdann nach 30 Stunden zwar die active Beweglichkeit zurück, aber das Thier starb doch. Aetherisirtes oder chloroformirtes Wasser machte in 15 Minuten die Muskeln starr; nachdem einmal die volle Muskelstarre eingetreten war, gelang eine völlige Erholung nicht mehr. Auch destillirtes Wasser bewirkte in 30 Minuten Muskelstarre; Wiederbelebungsversuche in frischem Seewasser blieben erfolglos. Nicotinlösung von 1 : 600—700 rief in 5 Minuten energische Contractionen, in 25 Minuten Bewegungslosigkeit, Muskelstarre, Tod hervor. Durch eine

Atropinsulfatlösung von 1 : 500 wurde das Thier zu einem Muskelkrampf veranlasst, welcher zur Selbstzerstückelung führte.

7. Cuvier'sche Organe.

Die Function der Cuvier'schen Organe ist noch nicht in befriedigender Weise bekannt. Aus ihrem S. 173—180 erläuterten Baue geht nur so viel mit Sicherheit hervor, dass sie contractile Gebilde sind, welche in der Regel unter ihrem äusseren Epithel eine Schicht von Drüsenzellen besitzen, und durch ihren inneren Achsenkanal mit dem Inneren der Kiemenstämme und weiterhin der Kloake in offener Verbindung stehen. Die Vermuthung Jäger's (110), es handle sich in den Cuvier'schen Organen um nierenähnliche Einrichtungen, veranlasste Selenka (229) sie auf etwaigen Gehalt an Harnsäure zu prüfen; das Ergebniss war ein negatives. Selenka bezeichnet sie demnach nur in ganz allgemeinem Sinne als Excretionsorgane, ähnlich wie schon Joh. Müller (184) sie einfach als „drüsige" Schläuche bezeichnet hatte. Beide Forscher übersahen aber, dass schon damals Beobachtungen von Peach (198) vorlagen, welche eine bestimmtere Deutung dieser Organe nahe legten. Peach hatte an *Holothuria nigra**) beobachtet, dass das Thier auf äussere Reize hin aus seiner Kloakenöffnung die Cuvier'schen Organe in Gestalt weisser Fäden ausstösst, welche ausserordentlich zäh sind und sich zu bedeutender Länge ausziehen können. Er sah, wie andere Thiere (Krebse, Fische) sich in die Fäden verwickelten, und kam dadurch zu der Ansicht, dass es sich hier um eigenartige Vertheidigungsorgane dieser, von den Fischern recht treffend als „Cotton-Spinner" bezeichneten Holothurie handle. Aehnliche Beobachtungen waren früher von Mertens (154) gemacht worden, blieben aber ohne Einfluss auf die Entwickelung unserer Kenntnisse, da sie erst lange nach seinem Tode veröffentlicht wurden. Mertens sah, dass die *Holothuria marmorata* (Jäg.) bei Berührung milchweisse, klebende Fäden (das sind die Cuvier'schen Organe) aus der Kloake hervorschiesst, und glaubte darin „Angriffs- oder Vertheidigungswaffen erkennen zu müssen". Das Gleiche beobachtete er bei *Holothuria pulla* Sel. und *cinerascens* (Br.). Von Angriffswaffen kann nun freilich keine Rede sein, da noch in keinem einzigen Falle eine ganz spontane Ausstossung der „milchweissen klebrigen Fäden" wahrgenommen wurde. Aber dass sie zur Vertheidigung dienen, ist eine Ansicht, zu welcher noch vor Veröffentlichung der Mertens'schen Beobachtungen auch Semper (238) und nach ihm Greeff (78) gelangt sind. Semper sah das auf Reize erfolgende Ausstossen der Cuvier'schen Organe bei mehreren tropischen Arten (*Holothuria impatiens* u. a.), während Greeff

*) Vergl. über diese Art Bell (15 u. 16), sowie Herdmann, W. A., The Biological Results of the Cruise of the S. Y. „Argo" round the West Coast of Ireland in August 1890. Proceed and Transact. of the Liverpool Biological Society, Vol. V, Liverpool 1891, p. 201 bis 203.

dieselbe Erscheinung an canarischen und mittelmeerischen Arten, namentlich an *Holothuria poli* Delle Chiaje und *forskalii* Delle Chiaje feststellte. Mit Recht hebt Semper gegen die Deutung, es seien die Organe Nieren, hervor, dass sie den meisten Holothurien gänzlich fehlen. Aber auch die Auslegung derselben als Waffen befriedigt ihn nicht ganz, da sie in manchen Fällen, z. B. bei gewissen *Mülleria*-Arten, anscheinend niemals ausgestossen werden und der klebrigen Drüsenzellenschicht ganz entbehren. Greeff brachte das fernere Bedenken vor, dass bei manchen Arten die Cuvier'schen Organe in so spärlicher Entwickelung auftreten, dass das Ausstossen derselben dem Thiere kaum einen wirksamen Schutz bieten könne. Dem gegenüber ist darauf hinzuweisen, dass das „spärliche" Auftreten, von welchem Greeff spricht, durch ein kurz vorhergegangenes Ausstossen der Organe bedingt sein kann (s. S. 175).

Des Näheren erfolgt das Ausstossen derselben nach Semper nicht etwa in der Weise, dass sie sich umstülpen oder sofort an ihrer Basis abreissen und dann durch diese Risswunde nach aussen gelangen, sondern so, dass sie mit ihrem freien, der Basis entgegengesetzten Ende durch ein Loch in der Kloakenwandung nach aussen treten. Erst wenn der ausgetretene Faden irgendwo angeklebt ist und nunmehr Zerrungen erfährt, reisst er schliesslich an seinem Stiele ab. Ob das oder die Löcher in der Kloakenwand, welche den Cuvier'schen Schläuchen den Austritt ermöglichen, durch Risse entstehen oder als präformirte Oeffnungen anzusehen sind, stellt Semper als eine offene Frage hin. Unsere thatsächlichen anatomischen Kenntnisse gestatten aber nur die erstere Annahme. Dementsprechend kommen dann auch Greeff und neuerdings Hérouard*) zu der Vermuthung, dass es sich bei dem ganzen Vorgange vielleicht nur um ein unvollständiges Auswerfen der Eingeweide überhaupt handle, wie ein solches auf stärkere Reize hin bei manchen Arten in sehr vollständiger Weise stattfindet. Dann könnte man freilich in dem Ausstossen der Cuvier'schen Organe keine ganz normale Erscheinung erblicken, sondern eine ans Krankhafte grenzende Reaction, welche für das Thier selbst zwar mit einem Verlust an Organen verbunden ist, demselben aber gleichzeitig als ein Schutzmittel gegen seine Feinde von Vortheil wird. Diese Auffassung wird dadurch nicht erschüttert, dass die *Holothuria impatiens*, wie Semper hervorhebt, oft schon ganz leichte Reizungen durch Ausschleudern einiger Cuvier'schen Schläuche beantwortet. Die Reizbarkeit der verschiedenen Arten ist eben, wie kaum anders zu erwarten, eine sehr ungleiche und wird gewiss auch von individuellen und örtlichen Verhältnissen beeinflusst. Zum Beweise dessen sei erwähnt, dass Semper bei derselben Art: *Holothuria marmorata*, bei welcher Mertens das Ausstossen der Schläuche beobachtete, nichts davon wahrnehmen konnte und dass nach Sluiter (242) die *Holothuria fusco-cinerea* Jäg. nur selten ihre Schläuche entlässt, während die *Holothuria oxurropa* bei der leisesten Be-

*) Recherches sur les Holothuries des côtes de France, Paris 1890, p. 140.

rührung eine ganze Menge entsendet. Das Abnorme des Vorganges scheint mir davon, ob er auf einen starken oder schwachen Reiz eintritt, unabhängig zu sein, dagegen darin seine Begründung zu haben, dass er durch Zerreissung des einen Organs (nämlich der Kloakenwand) und durch Verlust anderer Organe (nämlich der Cuvier'schen Schläuche selbst) zu Stande kommt. Wenn nun aber so der Nutzen, den die Cuvier'schen Organe als Vertheidigungswaffen leisten, auf einem abnormen Vorgange beruht und wenn es, wie oben mitgetheilt, *Mülleria*-Arten gibt, bei welchen das Ausstossen derselben überhaupt nicht vorkommt, was ist dann ihre normale Leistung? Ich muss gestehen, dass wir auf diese Frage keine Antwort zu geben vermögen. Denn wenn auch Hérouard (l. c.) erklärt, es handle sich in den Cuvier'schen Organen „einfach um specielle Drüsenorgane", so sagt das nicht mehr, als was schon Joh. Müller mit der allgemeinen Bezeichnung „drüsige Organe" aussprach; denn gerade über die specielle Function dieser Drüsen wagt auch Hérouard keine Vermuthung zu äussern und übersieht zugleich, dass es Holothurien gibt, bei welchen die Drüsenzellenschicht ganz fehlt. Wie überdies Hérouard den Organen jegliche Beziehung zur Vertheidigung des Thieres rundweg absprechen kann, ist mir angesichts der Beobachtungen von Peach, Mertens, Semper, Greeff, Jourdan, Sluiter völlig unverständlich. Mit der Ansicht, dass die Cuvier'schen Organe normal im Inneren des Holothurienkörpers als Drüsen functioniren, ist übrigens auch schwer zu vereinbaren, dass die Drüsenzellenschicht nach innen durch Bindegewebs- und Muskelschichten von dem Achsenkanal der Organe getrennt ist, der bei jener Annahme doch wohl die Rolle des Ausführungsganges der Drüse zu übernehmen hätte.

Die ausgestossenen Schläuche zeigen verschiedene auffallende Eigenschaften. Vor Allem sind sie von einer ausserordentlichen Elasticität und Ausdehnungsfähigkeit; ohne zu zerreissen, können sie durch irgend einen Zug bis zu einer Länge ausgezogen werden, welche die ursprüngliche Länge um das 20- bis 30fache und noch mehr übertrifft. Ihre Oberfläche, welche früher, solange die Schläuche sich noch in der Leibeshöhle des Thieres befanden, nicht klebte, ist jetzt dermaassen klebrig, dass der Schlauch an jedem anderen Gegenstande, mit dem er in Berührung kommt, haftet. Die mikroskopische Untersuchung erklärt diese Klebrigkeit dadurch, dass das äussere Epithel des Schlauches zerrissen und dafür die Drüsenzellenschicht frei an die Oberfläche gelangt ist; dabei haben sich die früher rinnenförmig gebogenen Drüsenzellen nunmehr flach ausgebreitet. Unmittelbar nach dem Ausstossen nimmt man ferner an den Schläuchen, auch dann, wenn sie sich nirgends angeheftet haben und keinerlei Zug auf sie einwirkt, Formveränderungen in Gestalt von Verlängerungen und Verkürzungen, Anschwellungen und Verschmälerungen wahr. Semper suchte unter diesen Erscheinungen insbesondere die Verlängerung mit gleichzeitiger Anschwellung durch die Annahme zu erklären, dass dabei ein Einströmen von Blutflüssigkeit in das Cuvier'sche

Organ stattfinde. Es gelang ihm aber ebensowenig als anderen Forschern, die für ein solches Einströmen nöthigen Blutbahnen als thatsächlich vorhanden nachzuweisen. Greeff dagegen beobachtete, dass Ausdehnung und Verlängerung durch einströmendes Athemwasser verursacht wird, welches aus der Kloake und den Kiemenstämmen in den Achsenkanal der Cuvier'schen Schläuche hineingetrieben wird. Sobald der Druck nachlässt, strömt das Wasser wieder zurück, wobei sich der Schlauch theils in Folge der Elasticität seines Bindegewebes, theils durch die Thätigkeit seiner Muskelfasern wieder verkürzt und verschmälert. Jourdan (114) weist den Muskelfasern in der Wand der Cuvier'schen Organe sogar eine Beihülfe beim Ausstossen derselben zu; wie das möglich sein soll, ist aber aus der Anordnung der Fasern nicht zu entnehmen. Greeff's Ansicht dagegen, dass von der Kloake und dem Stamme der Kiemenbäume Wasser direct in die Schläuche hineingetrieben wird, wurde neuerdings durch Hérouard (l. c.) experimentell bestätigt, allerdings ohne dass er seines Vorgängers Erwähnung gethan hätte.

Der Vollständigkeit halber ist schliesslich hinsichtlich der Function der Cuvier'schen Organe zu bemerken, dass Semper die Vermuthung ausgesprochen hat, sie könnten vielleicht auch als geschlechtliche Reizapparate dienen; indessen hat sich für die Richtigkeit dieser Vermuthung bis jetzt nicht der geringste Anhalt dargeboten.

8. Wimperorgane der Synaptiden.

Wie über so manchen anderen Punkt der Physiologie der Holothurien sind wir auch über die Function der auf die Synaptiden beschränkten Wimperorgane bis jetzt noch zu keiner befriedigenden Erkenntniss gelangt. Grube's (83) Vermuthung, dass sie Excretionsorgane seien, berührt sich mit derjenigen Leydig's (142 u. 144), welcher sie den Segmentalorganen der Würmer gleichstellen wollte und der Meinung war, dass ihre Stiele einen mit dem Blutgefässsystem in Verbindung stehenden Kanal umschliessen. Durch den von den späteren Forschern erbrachten Nachweis (s. S. 228), dass ein solcher Kanal in Wirklichkeit nicht vorhanden ist, wurde der Leydig'schen Deutung der Boden entzogen. Semper (238) gelangte vielmehr zu der Auffassung, dass ihre Aufgabe vielleicht lediglich darin bestehe, die Leibesflüssigkeit „in einer ganz bestimmten" Richtung zu bewegen. Schon vorher hatte Baur (10) es für das Wahrscheinlichste erklärt, dass diese Organe überhaupt dazu da sind, die Flüssigkeit der Leibeshöhle in Bewegung zu halten. Diese Ansicht dürfte auch heute noch das Meiste für sich haben, denn es ist nicht einzusehen, wieso sie bei ihrem Baue und ihrer Anordnung der Leibesflüssigkeit eine ganz bestimmte Strömungsrichtung anweisen könnten. Semon (236) konnte durch unmittelbare Beobachtung der lebenden thätigen Wimperorgane feststellen, dass sie zur Erregung einer bestimmten Stromrichtung sogar

in hervorragendem Maasse ungeeignet sind. Gleichzeitig aber beobachtete er, dass sie durch ihre Wimperthätigkeit von allen Seiten her die Leibeshöhlenflüssigkeit mit den in dieser flottirenden Elementen an sich heranstrudeln und in den trichterförmigen Grund der Wimperplatte einströmen lassen. Da er ferner im Gewebe der Stiele der Wimperorgane denselben „lymphoiden" Wanderzellen begegnete, welche in der Leibesflüssigkeit vorkommen, nimmt er weiter an, dass diese Zellen aus der Leibeshöhlenflüssigkeit herstammen, in den Grund der Wimpertrichter hineingewirbelt worden sind und sich von hier aus durch amöboide Bewegungen in das Gewebe des Stieles hineingearbeitet haben. „Wir hätten uns demnach die Wimpertrichter als Organe vorzustellen, die dazu bestimmt sind, die lymphoiden Zellen der Leibeshöhle aufzunehmen und eine Anfangsstation für ihre Wanderungen in die Gewebe zu bilden. Es wären grosse und complicirt gebaute Lymphstomata der Leibeshöhle." So ansprechend diese Deutung der Wimperorgane auch auf den ersten Augenblick erscheint, so ist sie doch nicht einwandfrei. Die im Stiele angetroffenen Wanderzellen könnten auch in umgekehrter Richtung aus dem Bindegewebe des Mesenteriums oder der Körperwand in den Stiel gelangt sein. Ferner bleibt die Möglichkeit offen, dass das Eindringen von Wanderzellen in den Trichter der Wimperorgane eine für die Beurtheilung der Function dieser Organe nebensächliche Erscheinung ist und die Hauptsache nach wie vor in der Bewegung der Leibesflüssigkeit zu sehen ist. Wenn dem so ist, darf man wohl mit Baur (10) auch noch einen Schritt weiter gehen und in den Wimperorganen der Synaptiden Hülfswerkzeuge der durch die ganze Körperwand hindurch stattfindenden Athmung (s. S. 392) erblicken — eine Ansicht, die dadurch eine Stütze erhält, dass das Auftreten der Wimperorgane bei den Synaptiden Hand in Hand geht mit einem völligen Mangel der Kiemenbäume.

9. Fortpflanzung und Brutpflege.

Im Anschlusse an die Angaben im Kapitel Ontogenie (S. 248 u. ff.) sind hier ausser der Brutpflege auch noch einige andere Punkte zu erörtern, welche mit der Fortpflanzung in mehr oder weniger enger Beziehung stehen. Zunächst tritt uns da die Frage entgegen, ob die geschlechtliche Fortpflanzung bei den Holothurien die einzig mögliche Form der Vermehrung ist, oder ob auch ungeschlechtliche Vermehrungsvorgänge bei ihnen vorkommen.

Nach der soeben erschienenen Mittheilung von Chadwick*) kann man nicht länger daran zweifeln, dass bei einzelnen Arten eine Vermehrung durch quere Theilung und nachfolgende Regeneration sich that-

*) Chadwick, Herbert C., Notes on Cucumaria planci. Proceed. and Transact. of the Liverpool Biological Society, Vol. V, Liverpool 1891, p. 81—82, Pl. I.

sächlich ereignen kann. Es werden dadurch die älteren und bis dahin alleinstehenden Beobachtungen von Dalyell (47, 48) bestätigt. Die Angaben beider Forscher, auf welche ich weiter unten bei Besprechung der Regeneration (s. S. 423) noch zurückkommen werde, beziehen sich aber auf *Cucumaria*-Individuen, welche im Aquarium gehalten wurden, lassen also den Einwand zu, dass es sich bei der beobachteten Theilung nicht um einen normalen Vermehrungsvorgang, sondern um eine abnorme Erscheinung gehandelt habe. Bei anderen Familien als den Dendrochiroten sind derartige Vermehrungen durch Theilung überhaupt noch nicht bekannt geworden.

Die geschlechtliche Vermehrung dagegen ist für alle Holothurien die Regel und für die allermeisten die ausschliessliche Form der Fortpflanzung. Ueber die Jahreszeit derselben, über die Ablage der Eier und des Samens, über die Reifung und Befruchtung der Eier ist im Kapitel Ontogenie berichtet worden (s. S. 249—253). Die Geschlechtsreife scheint durchweg früher erreicht zu werden, als das Wachsthum beendet ist, denn man trifft fast bei allen Arten halbwüchsige Exemplare an, deren Geschlechtsorgane bereits reife Eier oder Samenkörperchen enthalten.

Bei den zwitterigen Arten unter den Synaptiden ist es nach Quatrefages (110), Semper (238) und Hamann (93) als Regel anzusehen, dass die Reife der Spermatozoen bei demselben Individuum früher eintritt als die der Eier (sog. protandrische Zwitter).

Aeusserlich sind die beiden Geschlechter meistens nicht zu unterscheiden, es sei denn, dass nur das ♂ eine Genitalpapille besitzt oder das ♀ sich durch Einrichtungen zur Brutpflege auszeichnet (s. S. 189—190).

Ueber die relative Zahl der beiden Geschlechter liegen keinerlei Untersuchungen vor; doch macht Selenka (229) die Bemerkung, dass die Männchen ganz allgemein seltener zu sein scheinen als die Weibchen.

Ueber die in der Zahl der Eier sich ausdrückende Fruchtbarkeit fehlen ebenfalls genaue Angaben. Nur bei Dalyell (48) findet sich die Notiz, dass er bei der von ihm *Holothuria fusus* genannten Art die Zahl der Eier auf mindestens 5000 schätze. Im Ganzen ist jedenfalls die Fruchtbarkeit eine sehr grosse, wie sich schon aus der geringen Grösse der Eier und der beträchtlichen Zahl und Länge der Genitalschläuche bei den meisten Arten ergibt. Man wird nicht fehl gehen mit der Annahme, dass bei der Mehrzahl der Arten die Zahl der Eier sich auf viele Tausende beziffert.

Manche Arten scheinen zur Zeit der Fortpflanzung Wanderungen zu unternehmen, um sich in grösserer Anzahl zusammenzufinden, wenigstens glaubt Graeffe (73) auf solche Weise erklären zu können, dass er die *Holothuria poli* von November bis Februar, d. h. zur Zeit ihrer Fortpflanzung, an denselben Stellen in Scharen antraf, wo sie zu anderer Jahreszeit nur vereinzelt erbeutet wurde. Im selben Sinne ist vielleicht

auch die Beobachtung von Hérouard*) zu deuten, dass die *Thyone inermis* Hell. (= *aurantiaca* Costa) bei Banyuls immer nur in den ersten Märztagen gefischt wurde; wahrscheinlich lebt sie sonst im Schlamm versteckt, den sie zu jener Zeit zum Zwecke der Fortpflanzung verlässt. Ob auch bei anderen Arten, welche von Semper (238) und Hérouard*) als gesellig lebende bezeichnet werden**), der Fortpflanzungstrieb die Zusammenscharung veranlasst, steht dahin.

Brutpflege. Eine deutlich ausgeprägte Brutpflege ist bis jetzt, wie schon S. 251 bemerkt, nur von einigen Dendrochiroten und Synaptiden bekannt. Die erste, später ganz in Vergessenheit gerathene Nachricht über Brutpflege bei Holothurien rührt von Fabricius (61) her, welcher vor mehr als einem Jahrhundert von einer arktischen Dendrochirote mittheilte, dass sie lebendig gebärend sei. Das Gleiche berichteten später Oersted (192) von einer westindischen Synapta und Kowalevsky (121) von dem mittelmeerischen *Phyllophorus urna*. Dann folgten die Beobachtungen von Wyv. Thomson (271), mir (153), Lampert (135) und Levinson (141) über die Brutpflege der antarktischen und arktischen Arten: *Cucumaria crocea* (Less.), *Psolus ephippifer* W. Thoms., *Cucumaria laevigata* (Verr.) und *Cucumaria minuta* (Fabr.), sowie der westatlantischen *Chiridota rotifera* (Pourt.). Alle diese Formen können wir nach der Art der Brutpflege in drei verschiedene Gruppen eintheilen: 1) solche, deren Eier auf einem noch unaufgeklärten Wege in die Leibeshöhle gelangen und hier ihre Entwicklung durchlaufen; 2) solche, bei welchen die Eier nach ihrem Austritte aus der Geschlechtsöffnung auf dem Rücken des Thieres festgehalten werden; 3) solche, bei welchen die aus der Geschlechtsöffnung ausgetretenen Eier in besondere, durch Einstülpung der Haut gebildete Bruttaschen gerathen.

A. Die Leibeshöhle wird als Bruthöhle benützt.

1) *Phyllophorus urna* Grube. Kowalevsky, dem wir die einzigen Angaben darüber verdanken, beobachtete (121) bei Neapel zur Sommerszeit, dass bei dieser Art die jungen Thiere frei in der Leibeshöhlenflüssigkeit des mütterlichen Thieres umherschwimmen; sie bewegen sich dabei sehr behende mit Hülfe ihres Wimperkleides und sind, wenn sie schliesslich das Mutterthier verlassen, schon mit fünf Fühlern und zwei am hinteren Körperende angebrachten Füsschen ausgestattet. Auf welchem Wege der Austritt aus dem Mutterthier bewerkstelligt wird, blieb räthselhaft. Kowalevsky gibt zwar an, er habe wiederholt gesehen, wie Junge „durch die Kiemen" ausgeworfen wurden, fügt aber sogleich hinzu, dass sie möglicherweise nicht aus der Leibeshöhle, sondern aus dem umgebenden Seewasser mit dem einströmenden Athemwasser in die Kiemenbäume gelangt waren.

---

*) l. c. p. 7 u. 5.

**) *Holothuria atra* Jäg., *scabra* Jäg., *Haplodactyla molpadioides* Semp., *Stichopus regalis* (Cuv.).

2) *Synapta vivipara* (Oerst.). Wurde in Westindien in seichtem Wasser und im Sommer (1. August) westlich von den Abrolhos auf schwimmenden Pflanzen angetroffen. Oersted (192) gab zuerst das „Lebendiggebären“ dieser kleinen Synapte an, ohne aber irgend etwas Näheres darüber mitzutheilen. Erst durch meine Beobachtungen (160, vergl. auch 153) wurde gezeigt, dass auch hier die Leibeshöhle als Brutraum dient. In ihr fanden sich bei dem einzigen Exemplare, welches mir vorlag, sechs, etwa $^1/_6$ mm grosse, jugendliche, schon mit dem Urdarm ausgestattete Larven. Auch in diesem Falle konnte noch nicht festgestellt werden, wie die befruchteten Eier in die Leibeshöhle hinein und später die Jungen aus ihr herausgelangen.

3) *Chiridota rotifera* (Pourt.). Bei dieser von der Floridaküste, den Abrolhosriffen, aus der Bai von Bahia und aus der Bai von Rio de Janeiro bekannten Art konnte ich (153) durch Beobachtungen an einem im September erbeuteten Exemplare feststellen, dass sie dieselbe Brutpflege wie die *Synapta vivipara* besitzt. Frei in der Leibeshöhle traf ich 16 junge Thiere von ungefähr 1 mm Länge, welche keine Spur eines Larvenzustandes mehr erkennen liessen, bereits mit Rädchengruppen und sieben Fühlerchen ausgerüstet waren und auch in ihrer inneren Organisation fast ihre ganze Ausbildung vollendet hatten. Auch hier müssen spätere Nachforschungen ausfindig machen, wie die Eier und die Jungen den Weg in und aus der Leibeshöhle finden.

B. Die Eier und Jungen werden auf dem Rücken des Mutterthieres festgehalten.

4) *Cucumaria crocea* (Less.). Die Brutpflege dieser antarktischen, an den Falkland-Inseln lebenden, bis 10 cm langen Dendrochirote wurde von W. Thomson [(271, 272 und*)] entdeckt und durch einige Beobachtungen von mir (161a) noch näher erläutert. Die Zeit der Fortpflanzung scheint eine ziemlich ausgedehnte zu sein, denn während nach Sander's Notizen (161a) Ende April noch eine Eiablage erfolgt, fand Thomson schon Ende Januar fertig ausgebildete Junge. Die abgelegten, 0,7 mm grossen Eier bleiben aussen auf dem verschmälerten mittleren dorsalen Interradius liegen und werden hier wahrscheinlich auf eine noch nicht aufgeklärte Art (vielleicht mit Hülfe eines klebrigen Secretes) festgehalten. An den beiden jenen Interradius begrenzenden Radien des Biviums tritt eine Auflockerung und Anschwellung der Gewebe ein, sodass diese beiden Radien bald wie zwei schwammige, dicke Längswülste erscheinen, in welchen sich die Füsschen äusserlich kaum mehr unterscheiden lassen. Ob die Eier zunächst Larvenstadien liefern, bedarf noch der Beobachtung. Schliesslich aber liefern sie fertige Junge, welche allmählich bis zu einer Grösse von 4 cm heranwachsen und sich bis dahin an den beiden dorsalen Radien ihrer Mutter festhalten. Thomson be-

*) Voyage of H. M. S. Challenger, Narrative, Vol. I, London 1885, vergl. auch Théel (267).

merkt, dass alle Junge, welche er auf dem Rücken eines Weibchens antraf, von annähernd gleicher Grösse waren.

5) *Psolus ephippifer* W. Thoms. Auch bei dieser, gleichfalls antarktischen, an den Heard-Inseln und an den Kerguelen lebenden Art verdanken wir die Entdeckung ihrer interessanten Brutpflege den Forschungen W. Thomson's (271, 272 und*). Die untersuchten Thiere waren Anfang Februar erbeutet. Ihre Brutpflege wird dadurch ermöglicht, dass das Weibchen auf dem Rücken eine Anzahl grösserer Kalkplatten trägt, welche in ihrer Gesammtheit eine sattelförmige Erhebung des Rückens darstellen, dagegen beim Männchen durch die gewöhnlichen Kalkplatten der Haut ersetzt sind. Jede der grösseren Platten wird von einem kurzen kräftigen Stiele getragen, welcher mit seiner Basis in der Rückenhaut befestigt ist. Da sich die Platten mit ihren Seitenrändern berühren, so kommt auf diese Weise zwischen den Stielen ein von der Aussenwelt abgeschlossenes Lückensystem zustande, in welches die aus der Genitalöffnung ausgetretenen und befruchteten Eier hineingelangen, um sich hier zu jungen Thieren auszubilden. Später weichen die Plattenränder auseinander und gestatten dadurch den Jungen den Austritt aus dem Brutraume. Näheres über die Entwicklung der Jungen ist noch nicht bekannt.

C. Die Eier gelangen in besondere, durch Einstülpung der Haut gebildete Bruttaschen.

6) *Cucumaria laevigata* (Verr.). Die 3—4 cm grossen Thiere leben, wie die beiden vorigen Arten, an antarktischen Küsten (an den Kerguelen und an Süd-Georgien). Ihre Brutpflege wurde von Lampert [(135 und**)] entdeckt und näher beschrieben. Die Eier entwickeln sich in zwei beutelförmigen Bruttaschen, welche rechts und links vom mittleren ventralen Radius, also in den beiden ventralen Interradien, ungefähr in der Längsmitte des Körpers an die Haut befestigt sind und im Uebrigen frei in die Leibeshöhle hängen. Lampert fand die sackförmigen Brutbeutel allseitig geschlossen, vermuthet aber aus ihrer Befestigung und aus dem Umstande, dass in ihrer Wand dieselben Kalkkörper wie in der Körperwand vorhanden sind, dass sie durch Einstülpungen dieser letzteren ihre Entstehung genommen haben. Irgend ein Zusammenhang der Brutbeutel mit den Genitalschläuchen war nicht nachzuweisen. Nur vermuthen kann man nach Analogie der gleich zu besprechenden *Cucumaria minuta*, dass die Bruttaschen anfänglich eine äussere Oeffnung haben, durch welche die Eier aufgenommen werden, und dass an derselben Stelle sich später wieder ein Porus für das Ausschlüpfen der Jungen öffnet. Die in den Brutbeuteln befindlichen Eier haben eine Grösse von ungefähr 1 mm; die Jungen massen 1,5—2—4,5 mm; die grössten derselben besassen schon 10 Fühler und 5 Füsschenreihen.

---

*) l. c. vergl. auch hierzu Théel (267).

**) Zool. Jahrb. IV, 1889, p. 831.

7) *Cucumaria minuta* (Fabr.) Eine arktische, in 20—93 Faden Tiefe lebende Art, deren von Levinsen (141) entdeckte Brutpflege eine sehr grosse Aehnlichkeit mit derjenigen der vorigen Art hat. An der ventralen Seite des Thieres entwickelt sich rechts und links von den vordersten Füsschen des mittleren ventralen Radius ein frei in die Leibeshöhle hängender Sack, welcher an seiner Befestigungsstelle die Körperwandung mit einer deutlichen Oeffnung durchbricht. Die Oeffnungen der beiden Brutsäcke liegen also einander genau gegenüber vorn in den beiden ventralen Interradien. Die Säcke selbst haben eine längliche Form und sind bei Thieren von 27—30 mm Körperlänge 8—13 mm lang und 5 mm breit. In ihrem Inneren erreichen die Jungen ihre volle Körpergestalt mit fünf, jetzt noch einzeiligen Füsschenreihen und wachsen hierselbst bis zu einer Körperlänge von $5^1/_3$ mm.

Möglicherweise handelt es sich in der *Cucumaria minuta* um dieselbe nordische Art, von welcher schon Fabricius die auch von Levinsen nicht herangezogene Bemerkung macht: „est vivipara, mense enim Martio in illa versus anum pullum libere natantem, rubicundum vidi". Allerdings glaubte Fabricius die Linné'sche *Holothuria pentactes* vor sich zu haben. Auch müsste man, falls in Wirklichkeit die *Cucumaria minuta* im Spiele war, annehmen, dass ein junges Thier etwa durch einen Riss des Brutsackes frei in die Leibeshöhle gerathen war.

II. Vorkommen und Locomotion.

In ihrer Lebensweise haben sich die Seewalzen an die verschiedensten Bodenverhältnisse angepasst. Während die einen eine weiche, schlammige Unterlage bevorzugen, leben andere mit besonderer Vorliebe auf sandigem, steinigem oder felsigem Boden oder halten sich auf lebenden und abgestorbenen Korallenbänken auf.

Auf weichem Boden (Schlamm, Thon, feiner Schlick) begegnen wir in grösserer bis sehr grosser Tiefe namentlich den Elasipoden, sowie den Gattungen *Pseudostichopus* und *Paelopatides*, in geringerer Tiefe den Molpadiiden, z. B. *Haplodactyla punctata* Sluit., *molpadioides* Semp., *Ankyroderma musculus* (Risso), manchen Synaptiden, z. B. *Synapta dubia* Semp., *similis* Semp., *Chiridota rotifera* (Pourt.), *purpurea* (Less.), *laevis* (Fabr.) u. a., *Myriotrochus rinkii* Steenstr., vielen Dendrochiroten, wie *Cucumaria planci* (Br.), *tergestina* Sars, *cucumis* (Risso), *pentactes* (L.), *Thyone raphanus* Düb. u. Kor., *inermis* Hell., *briareus* (Les.), *Phyllophorus urna* Grube, *Rhopalodina lageniformis* Gray und einzelnen Aspidochiroten, z. B. *Holothuria squamifera* Semp.

Auf sandigem bis steinigem Boden treffen wir viele *Cucumaria-* und *Holothuria*-Arten, wie z. B. *Cucumaria miniata* (Br.), *Holothuria atra* Jäg., *scabra* Jäg., *vagabunda* Sel., *maculata* (Br.), *grisea* Sel., *köllikeri* Semp., *klunzingeri* Lamp., sowie manche Synaptiden, z. B. *Anapta gracilis* Semp.,

Chiridota rufescens (Br.), *panaensis* Semp. und *pisanii* Ludw. Auf reinem Sande finden sich nach Semper (238) besonders die *Colochirus-*, *Stichopus-* und *Mülleria*-Arten, sowie *Holothuria immobilis* Semp., *coluber* Semp., *edulis* Less., *fusco-cinerea* Jäg., *similis* Semp., *tenuissima* Semp., *aculeata* Semp., *impatiens* (Forsk.). Fast ausschliesslich auf Steinen und Felsen leben die *Psolus*-Arten. — Indessen gibt es auch nicht wenige Arten, welche sich bald auf weichem Schlammboden, bald auf festerem, sandigem bis steinigem Boden aufhalten; dahin gehören z. B. *Holothuria tubulosa* Gmel., *stellati* Delle Chiaje, *forskalii* Delle Chiaje, *Stichopus regalis* (Cuv.), *Synapta digitata* (Mont.), *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.). — Im Ganzen gewinnt man bei der Durchsicht aller einschlägigen Nachrichten den Eindruck, dass überhaupt eine scharf ausgeprägte Abhängigkeit von der Bodenbeschaffenheit nur bei wenigen Seewalzen vorhanden ist.

Besonders zahlreich und deshalb erwähnenswerth sind die Arten, welche auf lebenden oder todten Korallenbänken angetroffen werden. Hier finden sich in hervorragender Artenfülle die Aspidochiroten, daneben aber auch zahlreiche Dendrochiroten und Synaptiden. Als derartige „Riff-Holothurien“ werden angeführt: *Holothuria albiventer* Semp., *atra* Jäg., *cinerascens* (Br.), *curiosa* Ludw., *difficilis* Semp., *fusco-cinerea* Jäg., *flavomaculata* Semp., *gracilis* Semp., *immobilis* Semp., *impatiens* (Forsk.), *lagoena* Haacke, *maculata* (Br.), *marmorata* (Jäg.), *monacaria* (Less.), *marenzelleri* Ludw., *oxurropa* Sluit., *pyxoides* Ludw., *pardalis* Sel., *pervicax* Sel., *pleuripus* (Haacke), *scabra* Jäg., *squamifera* Semp., *vagabunda* Sel., *Mülleria lecanora* Jäg., *miliaris* (Quoy u. Gaim.), *mauritiana* (Quoy u. Gaim.), *Stichopus chloronotos* Br., *variegatus* Semp., *Cucumaria adversaria* (Semp.), *imbricata* (Semp.), *Pseudocucumis acicula* (Semp.), *Actinocucumis typica* Ludw., *Orcula tenera* Ludw., *Colochirus scandens* Sluit., *Chiridota liberata* Sluit., *Synapta beselii* Jäg., *glabra* Semp., *grisea* Semp., *psara* Sluit., *recta* Semp., *reticulata* Semp., *serpentina* Joh. Müll., *vittata* (Forsk.).

Die auf weichem oder sandigem Boden lebenden Arten haben zum Theil die Gewohnheit angenommen, sich mehr oder weniger einzugraben, was sie mit Hülfe ihrer Fühler, Füsschen und Körperbewegungen bewerkstelligen. Sie ragen dann in der Ruhe nur mit ihren beiden Körperenden (z. B. bei *Haplodactyla punctata*, *Cucumaria miniata*), oder nur mit dem Vorderende (z. B. *Synapta digitata* und *inhaerens*), oder nur mit dem Hinterende (z. B. *Haplodactyla punctata*, *Holothuria squamifera*) aus dem Schlamme oder feinem Sande empor und ziehen sich bei jeder Störung ganz in denselben zurück. Bei *Synapta inhaerens* geschieht das Eingraben des Näheren, wie Semon (235) beobachtete, in der Weise, dass erst mit den Fühlern etwas Sand bei Seite geschafft wird; alsdann wird das Vorderende des Körpers in dünn ausgestrecktem Zustande in das von den Fühlern gearbeitete Loch hineingesteckt, verdickt und so das Loch erweitert; darauf drängen die Fühler neuen Sand bei Seite, der Körper wird weiter vorgeschoben und so fort. Auf diese Weise ist es einer mittelgrossen *Synapta inhaerens* möglich, sich in weniger als einer Minute

vollkommen einzugraben. Die zwischen Steinen umherkriechenden Arten suchen sich ihre Verstecke zwischen und unter den Steinen in allmöglichen Spalten, Höhlen und Ritzen, die sich ihnen darbieten. Manche Arten, namentlich diejenigen der Gattung *Psolus*, können sich mit Hülfe ihrer Füsschen mit solcher Gewalt an Steine und Felsen ansaugen, dass man sie nur mit Mühe abzulösen vermag und auch eine kräftige Brandung nicht im Stande ist, sie von ihrer Unterlage wegzureissen. Dennoch sind auch sie ebensowenig, wie die übrigen Holothurien, zu einem andauernden Aufenthalte in stark bewegtem Wasser geeignet. Denn damit sie ihre Fühler zum Fang der Beute erfolgreich entfalten können, bedürfen sie wenigstens zeitweilig einer möglichst ruhigen Umgebung. Demgemäss zeigen fast alle Holothurien eine deutliche Vorliebe für stilles oder doch nur mässig bewegtes Wasser.

Hier kriechen die einen langsam umher, andere klettern auf Pflanzen, Korallenästen u. dergl. bedächtig auf und nieder*), wieder andere führen fast eine festsitzende Lebensweise. Letzteres thun vornehmlich diejenigen Arten, welche sich in Schlamm oder Sand einzugraben pflegen. Von den übrigen werden von Sluiter (242) insbesondere *Holothuria oxurropa* Sluit., *scabra* Jäg., *Orcula tenera* Ludw., *Synapta reticulata* Semp., und die *Colochirus*-Arten als überaus träge und langsame Thiere bezeichnet, während derselbe Beobachter von der *Holothuria immobilis* Semp. angibt, dass sie im Gegensatze zu ihrem Namen fortwährend umherkriecht. Auch die europäischen *Holothuria*- und *Stichopus*-Arten können sich ziemlich schnell fortbewegen. Dagegen sind die *Cucumaria*- und *Thyone*-Arten wieder ganz auffallend träge; haben sie einen ihnen zusagenden Platz gefunden, so verharren sie daselbst oft wochen- und monatelang, ohne sich von der Stelle zu rühren. In einem Falle hat Noll (190a) sogar beobachtet, dass eine *Cucumaria planci* zwei volle Jahre lang auf derselben Stelle verharrte. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Aspidochiroten am meisten Neigung zeigen umherzuschweifen, die Dendrochiroten schon erheblich sesshafter sind und endlich die Synaptiden und Molpadiiden am wenigsten Lust zu einem häufigen Ortswechsel zeigen.

Als Werkzeuge für die Ortsbewegung dienen in erster Linie die Füsschen. Unterstützt werden dieselben durch die Fühler und durch geeignete Bewegungen des ganzen Körpers. Wo die Füsschen fehlen, sind es die Fühler und die Körperbewegungen allein, welche eine Fortbewegung ermöglichen. Die Füsschen vermitteln, wie Gärtner (68) zuerst erkannte und Tiedemann (273) näher beschrieb, die Ortsbewegung mit Hülfe der an ihrem freien Ende befindlichen Saugscheibe und der in ihrer Wandung befindlichen Muskulatur. Durch abwechselnde Contractionen und Erschlaffungen der Muskulatur in den Füsschen und in den zugehörigen Füsschenampullen werden die Füsschen bald geschwellt und gleichzeitig

*) Als kletternde Formen werden namentlich erwähnt: *Cucumaria planci*, *Colochirus scandens*, *Chiridota liberata*, *Synapta reticulata*, *Synapta kallipeplos*.

lang ausgestreckt, bald verkürzen sie sich. Bei der Streckung des Füsschens contrahirt sich seine Ampulle und treibt ihren Inhalt in das Füsschen, während bei der Verkürzung des Füsschens der flüssige Inhalt wieder in die jetzt erschlaffte Ampulle einströmt und dieselbe auftreibt. Dabei functioniren die Ventile in den Füsschenkanälen (s. S. 244—245) in dem Sinne, dass sie die Flüssigkeit zwingen, entweder in das Füsschen oder in die Ampulle zu strömen. Haben sich eine Anzahl Füsschen ausgestreckt und mit ihrer endständigen Saugscheibe befestigt, so vermögen sie bei ihrer nunmehr folgenden Contraction den ganzen Körper des Thieres nachzuziehen und auf diese Weise vorwärts zu bewegen. Bevor sich die Saugscheibe ansaugt, macht das Füsschen tastende Bewegungen, um eine zum Ansaugen geeignete Stelle zu finden. Da es Arten (s. S. 103) gibt, welche an ihren sämmtlichen Füsschen (die dann als Papillen bezeichnet werden) eine deutliche, dauernd vorhandene Saugscheibe vermissen lassen und sich doch in derselben Weise fortbewegen, so muss man annehmen, dass bei ihnen die Füsschenspitze sich nur vorübergehend (solange das Ansaugen dauert) durch Druck und Muskelzug zu einer Saugscheibe formt. Bei allen Arten, welche nur auf der Bauchseite gut entwickelte Füsschen, auf dem Rücken dagegen Ambulacralpapillen besitzen, werden die letzteren nur gelegentlich zur Körperbewegung beitragen; falls nämlich die Thiere durch irgend einen Umstand aus ihrer natürlichen, mit dem Bauch nach unten gerichteten Lage heraus in eine Rücken- oder Seitenlage gerathen sind, können die Rückenpapillen dazu behülflich sein, den Körper wieder in seine normale Lage zurückzubringen. Aber auch bei solchen Formen, welche in allen Radien wohl entwickelte Füsschen besitzen, kommen die Füsschen des Biviums seltener als die des Triviums in die Lage, ihre locomotorische Function auszuüben, da auch diese Arten, z. B. *Cucumaria planci*, in der Regel sich auf dem Trivium fortbewegen.

Dass bei den Synaptiden die Fühler allein im Stande sind, das Thier fortzubewegen, ist mehrfach beobachtet worden. Insbesondere wird angegeben*), dass manche Arten, z. B. *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.), *digitata* (Mont.), *reticulata* Semp., *Chiridota rotifera* (Pourt.), auf diese Weise es fertig bringen, an senkrechten, glatten Glaswänden der Aquarien sich festzuhalten und emporzusteigen. Solange man mit Quatrefages (210) die knospenförmigen Sinnesorgane der Fühler (s. S. 73) für Haftapparate hielt, erschien dadurch jene locomotorische Thätigkeit der Fühler hinlänglich erklärt. Nachdem wir aber Sinnesorgane in ihnen kennen gelernt haben und ausserdem wissen, dass sie nur bei einzelnen Arten vorkommen, müssen wir nach einer anderen Erklärung suchen. Wahrscheinlich können die Fühler lediglich durch starkes Anpressen wie Saugapparate anhaften und werden vielleicht darin durch dasselbe Secret unterstützt, welches sonst zum Festkleben kleiner Beutestücke benutzt wird (s. S. 384). Im Uebrigen bewerkstelligen die Synaptiden und wohl auch

*) Von Quatrefages (210), Pourtales (207), Semper (238), Semon (235), Sluiter (242).

die Molpadiiden ihre Ortsbewegung durch wellenförmige*) Contractionen und schlängelnde Biegungen ihres Körpers, wobei sie sich unter Beihülfe der Fühler gegen die Unterlage oder den sie rings umgebenden Sand und Schlamm anstemmen und weiter schieben.

Eine oftmals erörterte und doch noch nicht befriedigend gelöste Frage ist die, ob den Synaptiden bei ihrer Locomotion die Kalkkörper, insbesondere die Anker und die Rädchenpapillen, von Vortheil sind. Darin sind freilich alle neueren Forscher seit Quatrefages (210) einig, dass man keine activen Bewegungsorgane in ihnen erblicken kann; denn wie Semper (238) hervorhebt, sind die Anker zwar beweglich mit den Ankerplatten verbunden und hebeln auf deren Bügeln, aber es fehlen ihnen alle und jede Muskeln, welche diese Bewegungen zu selbständigen machen könnten. Semper hat sich durch unmittelbare Beobachtung grosser tropischer Synapten, namentlich der *Synapta beselii* Jäg., mit Bestimmtheit davon überzeugt, dass die Anker weder als active Locomotionsorgane, noch auch als active Klammerorgane benutzt werden. Das geht auch schon daraus hervor, dass nach den von Semper an tropischen, und von Quatrefages (210) und Semon (235) an europäischen Synapten angestellten Beobachtungen die Thiere sich in normalem Zustande aneinander sowie an Steinen und Pflanzen vorbeischieben ohne irgendwo hängen zu bleiben. Das Hervortreten der Anker und das dadurch bewirkte Kletten der Synaptenhaut tritt erst bei unsanfter Berührung oder irgendwelch' anderer Reizung auf und wird um so bemerklicher, je grösser, zahlreicher und je oberflächlicher gelagert die Anker sind. So klettet die *Synapta glabra* Semp. überhaupt nicht, weil ihre Anker zu tief im Innern der Haut liegen, während von den europäischen Arten die *Synapta hispida* stärker klettet als die *inhaerens* und diese stärker als die *digitata***). Dabei brauchen die Anker die oberste Hautschicht nicht vollständig zu durchbrechen, sondern nur stark hervorzuwölben. Bleiben die Anker des gereizten und dadurch klettend gewordenen Thieres irgendwo hängen, so werden sie abgebrochen oder ausgerissen, gehen also verloren, wenn das Thier sich durch seine Körperbewegungen losreisst. Semper sieht demnach in dem Kletten und Anhaften eine durchaus passive, dem Willen des Thieres vollständig entzogene Erscheinung. Semon aber glaubt dem Willen des Thieres dennoch eine, wenn auch nur indirecte Betheiligung an dem Kletten zuschreiben zu müssen. Er meint, dass die Thiere im

*) Mertens (154) beschreibt diese Bewegungen bei der *Synapta beselii* als „abwechselnde blasenförmige Anschwellungen der Haut". Semper (238) schildert sie bei derselben Art als wellenförmig von vorn nach hinten fortschreitende Contractionen des Leibes. Quatrefages (210) bemerkte aber bei *Synapta inhaerens*, dass diese wellenförmigen Contractionen bald von vorn nach hinten, bald aber auch umgekehrt von hinten nach vorn fortschreiten.

**) Von einzelnen aussereuropäischen Arten wird ein besonders starkes Kletten hervorgehoben, so von *Synapta benedeni var.* durch Lampert (Zoolog. Jahrb. IV, 1889) und von *Synapta reticulata* Semp., *kallipeplos* Sluit., *rodea* Sluit. durch Sluiter (242 und in derselben Zeitschrift, Bd. 49, 1889).

normalen Zustande nur deshalb nicht kletten, weil die ganze Körperoberfläche von dem Hautschleime (s. S. 384) überzogen sei, welche das Haftvermögen suspendire. Sobald aber eine Reizung des Thieres eintritt, werde die Schleimabsonderung unter Einfluss des Willens eingestellt, der noch vorhandene Schleim werde vom umgebenden Seewasser fortgewaschen, sodass nunmehr das früher durch den Schleim verhinderte Haftvermögen zur Geltung kommen könne. Mir kommt diese Ansicht, die übrigens von Semon auch nur als eine Vermuthung geäussert worden ist, reichlich gekünstelt vor; jedenfalls bedarf sie zu ihrer ausreichenden Begründung einer Prüfung durch nähere Untersuchungen.

Wenn nun aber das Anhaften der hervorgetretenen Anker so, wie Semper meint, nur etwas Zufälliges, rein Passives ist, was am lebenden unversehrten Thiere keine dem Willen unterworfene Rolle spielt, so muss die etwaige Bedeutung der Anker für die Locomotion eine andere sein. In dieser Richtung dürfte Quatrefages (210), dem sich Semon (235) anschliesst, das Richtige getroffen haben, wenn er behauptet, dass die Anker bei den wellenförmig wechselnden Contractionen und Anschwellungen des Körpers passiv aufgerichtet werden und dann, indem sie durch die bedeckende Haut hindurch gegen die Unterlage anstemmen, als Stützpunkte für das Weiterschieben des Körpers dienen. In ähnlicher Weise mögen auch die Rädchenpapillen der Chirodoten, sowie die Kalkkörper der Molpadiiden den Thieren von einigem Vortheil bei ihren Ortsbewegungen sein.

Schwimmbewegungen sind bis jetzt nur von einer einzigen Holothurie sicher bekannt. Sars (120) beobachtete, dass sein deshalb so genannter *Stichopus natans* sich schwimmend fortbewegt, indem er ähnlich einer Planarie oder einem Blutegel den ganzen Körper auf und nieder krümmt.

III. Nächtliche Lebensweise.

Schon Dalyell (48) machte die Beobachtung, dass manche Holothurien, insbesondere die von ihm als *Holothuria pentactes* und *fusus* bezeichneten Dendrochiroten bei Nacht lebhafter sind als bei Tage. Ebenso hatte schon Quatrefages (210) bemerkt, dass die *Synapta inhaerens* bei Tage weniger lebhaft zu sein scheine. Auf Grund seiner einzelnen, allerdings nicht näher dargelegten Wahrnehmungen kam dann Semper (238) zu der Ansicht, dass wohl ausnahmslos alle Holothurien ein nächtliches Leben führen. Neuerdings hat nur noch Sluiter (242) hierauf bezügliche Mittheilungen gemacht; nach seinen Beobachtungen kriecht die *Holothuria squamifera* Semp. nur bei Nacht langsam im Schlamme umher, während sie am Tage ruhig an einer Stelle verharrt, und von *Colochirus scandens* und *Haplodactyla punctata* konnte er feststellen, dass sie nur bei Nacht ihre Fühler zur Entfaltung bringen.

IV. Nahrung und Nahrungsaufnahme.

Die Nahrung besteht im Allgemeinen aus allerlei lebenden und todten organischen Substanzen, welche bei den meisten Arten nicht rein, sondern zusammen mit Sand und Schlamm aufgenommen werden. Vorzugsweise handelt es sich dabei um kleine Thierformen und Bruchstücke von Thieren*). Da keinerlei besondere Organe zum Zerkleinern der Nahrung vorhanden sind, so können grössere Thiere nicht überwältigt werden. Im Darminhalte findet man ausser kleineren und grösseren Sand- und Schlammtheilen**) die Reste von kleinen Mollusken***), Crustaceen, Würmern, Moosthieren, Korallen, Quallen, Foraminiferen, Radiolarien, Diatomeen, seltener von kleinen Fischen.

Im Einzelnen scheint dennoch eine gewisse Auswahl der Nahrung stattzufinden. Darauf deutet bei vielen Arten schon die Schwierigkeit, sie längere Zeit in der Gefangenschaft zu halten, wobei freilich auch noch manche andere Umstände ins Gewicht fallen. Ferner ist bei den einen, z. B. den meisten Aspidochiroten, der Darminhalt in der Regel viel gröber und reichlicher mit Sand und dergl. vermengt als bei anderen, z. B. den meisten Dendrochiroten. Die Erklärung dafür ergibt sich aus der Verschiedenheit der Nahrungszufuhr, welche zwar stets durch die Fühler, aber doch in verschiedener Art und Weise vermittelt wird.

Die Betheiligung der Fühler an der Nahrungsaufnahme war bereits den älteren Forschern wie Belon (26), Bohadsch (30, 31), Quoy u. Gaimard (211), Jäger (110) bekannt und ist von zahlreichen späteren Beobachtern bestätigt worden. Bei den Aspidochiroten wirken die Fühler nach Semper (238) geradezu wie Schaufeln, die den Sand der Korallenriffe, in welchem die Thiere theilweise eingegraben liegen, massenweise zum Munde bringen. Mit dem Sande nehmen sie zugleich Trümmer und Reste von Muschelschalen, Korallen u. s. w., sowie Diatomeen, Infusorien u. dergl. auf, ohne dabei, wie Guppy (90) und Kent (116) gezeigt haben, die lebenden Korallen selbst anzugehen. — Die Dendrochiroten dagegen benutzen ihre Fühler wie zierliche Köder, mit welchen sie allerlei kleines Gethier anlocken. Dalyell (48), Dohrn (52), Oscar Schmidt†), Noll (190a) und Hérouard††) haben davon anziehende Schilderungen gegeben. Die völlig ausgestreckten Fühler der *Cucumaria planci* sehen mit ihren zahlreichen und feinen Verzweigungen in ihrer

---

*) Von *Phyllophorus mollis* (Sel.) wird angegeben, dass sie sich von Pflanzen ernähre. Semper, Natürliche Existenzbedingungen der Thiere, I. Bd., Leipzig 1880, S. 253.

**) Als typische Schlammfresser heben Danielsen u. Koren (50) ihr *Trochostoma thomsonii* und Sluiter (242) die *Holothuria squamifera* Semp. hervor.

***) Tiedemannn (273) nennt bei *Holothuria tubulosa* insbesondere $^1/_2$—2 Linien grosse Schalen von *Strombus*, *Terebra*, *Buccinum*, *Murex*, *Tellina*, *Solen*, *Venus*, *Donax*, *Pecten*.

†) In Brehm's Thierleben, IV. Abth., 2. Bd., Leipzig 1878, S. 422.

††) Recherches sur les Holothuries des côtes de France, Paris 1890, p. 65.

stillen Ruhe wie ein Algenbusch aus, auf welchen sich kleine Thiere verschiedenster Art: Crustaceen, Quallen, Infusorien, allerlei Larven u. s. w. niederlassen. „In fast rhythmischer Aufeinanderfolge zieht sich dann ein Fühler nach dem anderen langsam und vorsichtig zusammen, biegt sich nach innen um und wird in die Mundöffnung gebracht. Sowie er darin völlig aufgenommen ist, verengert sich dieselbe und jetzt zieht das Thier den Tentakel langsam wieder heraus. Ehe er aber ganz heraus ist, legt sich einer der beiden kleinen ventralen Tentakel über die Mundöffnung und bedeckt sie, bis ein zweiter Tentakel sich zusammengezogen, umgebogen und angeschickt hat in die Mundöffnung einzugehen. Dies Spiel der Tentakel geht fast ununterbrochen vor sich.“ Die beiden kleinen Fühler scheinen also theils zum vorübergehenden Verschluss der Mundöffnung, theils dazu benutzt zu werden um Alles, was sich an die grossen ködernden Fühler angesetzt hat, gründlich in den Mund hinein abzustreifen (Schmidt hat sie deshalb als die Wischer bezeichnet). Nach Dalyell wird derselbe grosse Fühler niemals zweimal hintereinander in den Mund abgestreift, sondern immer erst dann, wenn vorher mindestens ein oder zwei andere Fühler abgestreift worden sind. Auch die beiden kleinen Fühler scheinen nach demselben Beobachter sich in der Regel abzulösen, während Noll angibt, dass die kleinen Fühler gewöhnlich in der Weise in Thätigkeit treten, dass jeder mit den grösseren Fühlern (= Fangarmen) seiner Seite gemeinsam arbeitet, doch komme auch ein abwechselndes Wirken ohne Rücksicht auf die Stellung der grossen Fühler vor. Das ununterbrochene, wechselnde Spiel der Dendrochirotenfühler ist übrigens auch den älteren Forschern nicht entgangen, wenn sie es auch noch nicht in bestimmte Beziehung zur Nahrungsaufnahme bringen. So erwähnt dasselbe Dicquemare (51) und bei Montagu (176) findet sich bereits die Angabe, dass von den kleinen Fühlern stets einer den Mund bedecke und in dieser Thätigkeit mit seinem Partner abwechsele. Noll konnte auch feststellen, dass es vorzugsweise lebende Thierchen sind, welche der *Cucumaria planci* zur Nahrung dienen; denn jedesmal, wenn deren (z. B. Krebslarven, kleine Quallen) in seinem Aquarium in grösserer Menge auftraten, entfaltete die Cucumarie ihre Fühlerkrone möglichst weit und liess sich selbst durch unsanfte Berührungen, die ihr sonst sehr unangenehm sind, im Ködern und Verschlingen ihrer Beute nicht stören. — Dass auch die Synaptiden ihre Nahrung mit den Fühlern in ähnlicher Weise wie die Dendrochiroten zum Munde führen, haben Quatrefages (210) und Semon (235) an den europäischen *Synapta*-Arten gezeigt. Semon beobachtete, dass sie einzelne Sandkörnchen mit den daran sitzenden Thierchen ergreifen und dann den eingebogenen Fühler in den Mund abstreifen. Ob sie auch abgestorbene Thiere und Detritus fressen, blieb ihm zweifelhaft. Nach den Angaben, welche Forskal (65), Fabricius (61), Mertens (154) über die Bewegungen der Fühler bei *Synapta reciprocans* (Forsk.), *Chiridota laevis* (Fabr.), *Synapta beselii* Jäg. machen, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass alle Synaptiden ihre Fühler

zur Nahrungszufuhr benutzen. — Vermuthen darf man bei dem Mangel bestimmter Beobachtungen, dass auch die Elasipoden und die Molpadiiden sich ebenso verhalten.

V. Verhalten gegen starke Reizungen.

Schon verschiedene ältere Forscher, z. B. Bohadsch (30) und O. F. Müller (189) berichten von der Eigenthümlichkeit der Holothurien auf starke Reize ihre Eingeweide auszustossen. Namentlich sind es viele Aspidochiroten, welche diese auffallende Erscheinung zeigen, weshalb es bei manchen Arten derselben nur durch besondere Vorsichtsmaassregeln gelingt sie ganz unversehrt zu conserviren. Anhaltende unsanfte Berührung, längere Gefangenschaft, Herausnehmen aus dem Wasser, Einsetzen in süsses Wasser oder Weingeist und andere ähnliche Reize, nach Krukenberg (128) auch Mangel an Sauerstoff, sind die häufigsten Ursachen, welche das Ausstossen der Eingeweide veranlassen. Dazu kommt als eine weitere Ursache bei einigen Dendrochiroten nach Noll's (190a) Vermuthung eine Legenoth (s. S. 423). Wie Tiedemann (273) an *Holothuria tubulosa* beobachtete, geht dem Ausstossen eine heftige Zusammenziehung des ganzen Körpers voraus. Dadurch wird ein solcher Druck auf die im Inneren der Leibeshöhle befindlichen Organe ausgeübt, dass der Darm in der Gegend des Magens zerreisst und mitsammt dem freien rechten*) Kiemenbaume zur Kloakenöffnung hinausgetrieben wird. Der linke Kiemenbaum, ferner Schlund, Kalkring und Wassergefässring, sowie die Geschlechtsorgane bleiben dabei in der Regel unversehrt in der Leibeshöhle zurück. Dass der Darm gerade hinter dem Schlunde durchreisst, wird bei den Aspidochiroten dadurch begünstigt, dass gerade in dieser Gegend, wie S. 153—154 näher erläutert, die Darmmuskulatur entweder einen Wechsel ihrer Anordnung oder eine Unterbrechung besitzt. Bei *Holothuria tremula* sah O. F. Müller, dass zunächst Theile des Kiemenbaumes aus der Kloake austreten, denen dann der Darm folgt. Aber erst Semper (238) stellte durch Beobachtungen an zahlreichen tropischen Aspidochiroten fest, dass bei dem Ausstossen keinerlei Umstülpung der Organe eintritt, wie es der Fall sein müsste, wenn die Kloakenwand unversehrt bliebe, sondern dass in dieser Wand eine Zerreissung auftritt und dann durch das so entstandene Loch die Eingeweide ihren Weg nach aussen nehmen. Der ganze Vorgang, das Abreissen des Darmes sowohl wie das Ausstossen, lässt sich, wie mir scheint, durch den Druck erklären, welchen der Körperinhalt durch die intensive Zusammenziehung der Körperwand erfährt, ohne dass man für einen Theil des Vorganges, nämlich die Darmzerreissung, auch noch eine energische Contraction der Darmmuskulatur, wie Krukenberg (128) meint, anzunehmen braucht.

*) Den Tiedemann irrthümlich den linken nennt, vergl. Anm. S. 169.

Bei einzelnen Dendrochiroten, z. B. bei der von Noll (190a) beobachteten *Thyone*, werden im Gegensatze zu den eben erwähnten Aspidochiroten ausser dem Darme der ganze (rechte und linke) Kiemenbaum, die Geschlechtsorgane, der Kalkring und die Fühler ausgestossen.

Starke Reizungen rufen ferner bei vielen Holothurien die merkwürdige Erscheinung hervor, dass die Haut sich ziemlich rasch in formlosen Schleim auflöst. Auch diese Eigenschaft kommt vorwiegend den Aspidochiroten zu, findet sich auch bei einigen Dendrochiroten (z. B. *Colochirus quadrangularis* *), fehlt dagegen den Synaptiden gänzlich. Am ausgeprägtesten ist sie gerade bei solchen Arten, welche wie die tropischen *Stichopus*-Arten ihre Eingeweide gewöhnlich nicht ausstossen. Bei seinem *Stichopus naso* beobachtete Semper (238), dass das Thier, wenn es mit Nadeln gereizt wurde, geradezu aus seiner Haut fährt; es fing an sich hin und her zu wenden und schälte sich durch diese Bewegungen aus der in Stücke zerfallenden und sich auflösenden dicken Haut im Laufe von wenigen Minuten vollständig heraus; dabei blieben die Hautmuskulatur und die Eingeweide unversehrt. Auch bei anderen *Stichopus*-Arten tritt die Auflösung der Haut sehr rasch (in wenigen Minuten) ein; jedoch findet ein Ausschälen des Thieres aus der Haut wie bei *Stichopus naso* nicht statt. Die blosse Berührung mit der Luft genügt um die schleimige Verflüssigung der Haut herbeizuführen. Auch kleine Hautstücke, welche man einem frischen *Stichopus*, einer *Mülleria* oder *Holothuria* (oder auch einem *Colochirus quadrangularis*) ausgeschnitten hat, zerfliessen unter Einwirkung der Luft binnen kurzer Zeit zu Schleim. Durch Nadelstiche kann man auch an diesen abgetrennten Hautstückchen den Auflösungsprocess beschleunigen; dabei tritt an der Reizstelle selbst die schleimige Auflösung augenblicklich ein. Bei unserem europäischen *Stichopus regalis* (Cuv.) wird nach Hérouard eine längere Gefangenschaft zur Veranlassung, dass die Haut des Rückens nach und nach zerfällt. Unter den Arten der Gattung *Holothuria* scheint die *vagabunda* Sel. die in Rede stehende Fähigkeit in hervorragendem Maasse zu besitzen, denn schon Mertens (154) berichtet von ihr, dass sie bei schlechter Behandlung sich „ganz aufzulösen" vermöge. Bei den europäischen *Holothuria*-Arten beobachtete Krukenberg**), dass abgetrennte Hautstücke der *tubulosa* der Selbstauflösung länger widerstehen als die der *poli*, welche an der Luft oft schon nach 3—4 Stunden sich in zähen Schleim verwandelt haben.

Das Ausstossen der Cuvier'schen Organe, welches ebenfalls auf äussere Reize hin erfolgt, ist schon weiter oben (S. 401) behandelt.

Eine andere, nicht minder auffallende Art auf starke Reizungen zu antworten, zeigen die Synapten. Dieselben zerbrechen in solchem Falle ihren Körper durch quere Zuschnürungen in zwei oder mehr Stücke.

*) Die europäischen Dendrochiroten, z. B. *Cucumaria planci*, *Thyone fusus*, scheinen keine Spur von dieser Eigenschaft zu besitzen.

**) Vergleichend-physiologische Studien, II. Reihe, 1. Abth., Heidelberg 1882.

Diese Fähigkeit der Selbstzerstückelung scheint fast allen Mitgliedern der Synaptidenfamilie zuzukommen; denn wenn sie auch nur bei einigen Arten durch unmittelbare Beobachtung festgestellt ist, so kann man doch nur dadurch verständlich machen, dass von so vielen Arten nur verstümmelte Exemplare oder Bruchstücke bekannt sind. Manche Arten sind so reizbar, dass sie schon bei unsanfter Berührung zerbrechen und es sehr erschwert wird ganz unversehrte Exemplare zu fangen und zu conserviren. Andere Reize, welche die Selbstzerstückelung veranlassen, sind Berührung mit der Luft, Einsetzen in süsses Wasser, Mangel der gewohnten Lebensbedingungen in der Gefangenschaft u. dergl.; Krukenberg (128) gibt an, dass man bei *Synapta digitata* die Selbstzerstückelung durch eine Atropinsulfatlösung von 1 : 500 hervorrufen könne.

Die erste Beobachtung der Selbstzerstückelung scheint von Montagu (175) herzurühren. Er sah die *Synapta digitata* durch wiederholte Durchschnürungen, die er auf Muskelcontractionen zurückführt, in mehrere Stücke zerfallen. Denselben Vorgang schilderte dann Quatrefages (210) etwas genauer an der *Synapta inhaerens*. Er scheint aber der Ansicht zu sein, dass es sich dabei nicht immer um einen abnormen, durch äussere Reize veranlassten Process handelt, sondern dass die Thiere auch ganz spontan zur Selbstzerstückelung schreiten. Falls dem so wäre, müsste man das aus eigenem Antriebe geschehende Selbstzerbrechen als einen normalen Vorgang bezeichnen, den das Thier auch dann vornimmt, wenn es sich der Gunst aller ihm zusagenden Lebensbedingungen erfreut. Indessen kann man eine solche Auffassung doch nur mit Unrecht aus den von Quatrefages beobachteten Thatsachen ableiten. Denn dass seine in der Gefangenschaft gehaltenen Thiere sich in abnormen Lebensverhältnissen befanden, geht schon daraus hervor, dass es ihm niemals gelang, die Thiere länger als 8 Tage am Leben zu erhalten. Im selben Sinne erklärt es sich auch, dass die Selbstzerstückelung um so häufiger eintrat, je länger die Gefangenschaft dauerte. Auch der von demselben Forscher geäusserten Vermuthung, das Thier theile sich aus Nahrungsmangel, um die Masse seines nahrungsbedürftigen Körpers durch Abwerfen eines Körperabschnittes zu verkleinern und auf diese Weise sich einem geringeren Nahrungsvorrathe anzupassen, vermag ich mich nicht anzuschliessen, solange dieser Vermuthung der Boden sicher beobachteter Thatsachen und Experimente noch völlig fehlt.

Im Einzelnen findet nach Quatrefages bei der Selbstzerstückelung eine immer tiefer dringende, quere, gürtelförmige Einschnürung des Körpers statt, welche zunächst zu einer Durchschneidung der Körperwand führt, wobei das hinter der Einschnürung gelegene Stück gleichzeitig anschwillt. Alsdann bleiben die beiden Stücke, von denen wir das vordere als Kopfstück, das hintere als Hinterstück bezeichnen wollen, noch eine Zeit lang in einer Verbindung mit einander, welche durch den noch unversehrten Darm hergestellt wird. Bald aber wird dies Darmstück brandig und reisst durch den Zug der beiden sich hin und her krümmenden Körper-

stücke auseinander. Das völlig abgetrennte Hinterstück bleibt noch 3 bis 4 Tage bewegungsfähig und stirbt dann ab. Wie auch Ayres (7) an derselben Synaptenart beobachtete, vermag sich die Abschnürung und Abwerfung eines Hinterstückes an ein und demselben Kopfstück vielmals zu wiederholen, sodass schliesslich das zuletzt übrig bleibende Kopfstück nur noch aus dem allervordersten Abschnitt des ganzen Thieres, mit Fühlern, Ringkanal und Kalkring, besteht. Die abgeworfenen Hinterstücke dagegen haben, wie Joh. Müller (183) an *Synapta digitata* wahrnahm, die Fähigkeit sich weiter zu zerstückeln, vollkommen eingebüsst, obwohl sie auch bei dieser Art noch einen ganzen Tag lang bewegungsfähig bleiben. Joh. Müller (185) erwähnt auch schon der für die Nervenphysiologie bemerkenswerthen und von Baur (10) bestätigten Thatsache, dass eine Durchschneidung des Ringnerven dem Kopfstücke die Fähigkeit der weiteren Zerstückelung raubt. Alle bisher erwähnten Forscher sehen in der Selbstzerstückelung nur die Wirkung einer kräftigen Contraction der Körpermuskulatur. Wenn aber Baur (10) dabei nicht nur die Ringmuskeln, sondern auch die Längsmuskeln der Körperwand activ betheiligt sein lässt, so scheint mir das mit der Beobachtung unvereinbar, dass die Einschnürung von einer Anschwellung des Hinterstückes begleitet ist. Er meint, dass zuerst die Ringmuskelfasern eine starke Einschnürung hervorbringen und „darauf die Längsmuskeln durch Verkürzung in entgegengesetzten Richtungen die Continuitätstrennung an der eingeschnürten Stelle vollziehen“. Wie die Längsmuskeln auf solche Weise zugleich eine Anschwellung des Hinterstückes möglich machen, ist mir ebenso unverständlich wie der Umstand, dass sie bei ihrer angenommenen Contraction nicht zunächst die von den Ringmuskeln erzeugte Einschnürung wieder ausgleichen. Wenn man überlegt, dass die Längsmuskeln nach innen vor der Ringmuskulatur liegen und bei der Selbstzerstückelung des Thieres eine Continuitätstrennung erleiden müssen, so scheint es mir wahrscheinlicher und ganz ausreichend, dass die Ringmuskulatur allein activ betheiligt ist, dass dagegen die Längsmuskeln sich ganz passiv verhalten. Dann erklärt sich auch das Anschwellen des hinteren Körperstückes. Auch wird es den Ringmuskeln leichter fallen, die Längsmuskeln zu durchschnüren, wenn diese sich im Zustande der Erschlaffung, nicht in dem der Contraction befinden. Dass ganz junge Thiere nach Baur (10) sich im Gegensatze zu den erwachsenen niemals zerstückeln, scheint darauf zu beruhen, dass ihre Ringmuskeln noch nicht kräftig genug sind um eine Zerstückelung herbeizuführen.

Semon (235) beobachtete ferner, dass die Synapten, wenn sie ergriffen werden, gerade an der Stelle, an welcher sie gepackt sind, die Zerschnürung vornehmen. Auf solche Weise befreit sich das Kopfstück und vergräbt sich alsdann eilig im Sande. Er schliesst daraus, dass die Selbstzerstückelung für diese Thiere eine Art von Schutzmittel ist, durch welches sie sich unter Preisgabe ihres Hinterstückes ihren Feinden zu entziehen vermögen. Das Kopfstück scheint sich nach Baur (10)

durch Regeneration wieder zu einem ganzen Thiere ergänzen zu können, während dem Hinterstücke die gleiche Fähigkeit von allen Forschern abgesprochen wird.

Dass es gerade die Synaptiden sind, welche die eben geschilderte merkwürdige Selbstzerstückelung besonders häufig zeigen, kann deshalb nicht Wunder nehmen, weil bei ihnen allein unter allen Holothurien eine echte, d. h. ununterbrochene Ringmuskulatur der Körperwand vorkommt. Trotzdem ist die Zerschnürung nicht ausschliesslich auf die Synaptiden beschränkt. So gibt Semper (238) kurz an, dass er etwas Derartiges bei seiner *Cucumaria versicolor* wahrgenommen habe, und neuerdings beschreibt Chadwick*) eine Quertheilung einer *Cucumaria*, welche er für eine jugendliche *Cucumaria planci* hält. Die Angaben und Abbildungen von Chadwick erinnern lebhaft an die Mittheilungen, welche Dalyell (47, 48) vor längerer Zeit über die Theilung und Regeneration von *Cucumaria lactea* (Forb.) gemacht hat. Nach Dalyell und Chadwick regeneriren sich in diesen Fällen nicht nur die Kopfstücke, wie bei Synapten, sondern auch die Hinterstücke, sodass durch den ganzen Vorgang eine ungeschlechtliche Vermehrung der Individuenzahl herbeigeführt wird, was nach unseren derzeitigen Kenntnissen bei der Selbstzerstückelung der Synapten niemals der Fall ist. Es macht demnach den Eindruck, dass die Quertheilung, wo sie bei Dendrochiroten vorkommt, eine andere Bedeutung hat, als bei den Synaptiden. Bei jenen führt sie zu ungeschlechtlicher Vermehrung, bei diesen nicht. Es bleibt aber zu untersuchen, ob sie nicht auch bei den Dendrochiroten ebenso wie bei den Synaptiden als ein abnormer Vorgang anzusehen ist, der nur unter Einwirkung ungewohnter Lebensverhältnisse oder anderer Reizzustände sich einstellt.

VI. Verhalten in der Gefangenschaft; Lebenszähigkeit.

In der Gefangenschaft halten sich die Dendrochiroten im Allgemeinen besser als die Aspidochiroten und Synaptiden. Unter unseren europäischen Arten ist wohl keine für den Aufenthalt in Aquarien geeigneter als die *Cucumaria planci*. Viel schwieriger sind die *Holothuria-*, *Stichopus-* und *Synapta*-Arten zu halten. Jene werfen fast immer nach einigen Tagen oder Wochen die Eingeweide aus (s. S. 418) oder ihre Rückenhaut löst sich auf (s. S. 419); diese aber zerstückeln ihren Körper durch quere Einschnürungen (s. S. 420). Immerhin besitzen alle Holothurien einen ziemlich hohen Grad von Widerstandskraft gegen Verstümmelungen und Misshandlungen der verschiedensten Art. Das abgeschnittene Kopfstück einer *Synapta inhaerens* kriecht nach Quatrefages (210) wie ein selbständiges Thier umher. Derselbe Forscher warf

*) l. c. (s. S. 405).

ein abgeschnittenes Kopfstück derselben Art in süsses Wasser, liess es darin mehrere Tage lang liegen, verletzte es ferner durch eine Anzahl Schnitte, welche nur den Fühlerkranz verschonten, und noch immer war das zähe Leben nicht ganz erloschen. Frische Exemplare von *Holothuria tubulosa*, welche Tiedemann (273) in ein Gefäss mit Weingeist steckte, contrahirten sich nach Verlauf einer Stunde noch ziemlich lebhaft und erst nach anderthalb Stunden waren sie todt. Nach Krukenberg's (128) toxicologischen Experimenten verträgt die *Synapta digitata* eine halbstündige Kampherbehandlung ohne zu Grunde zu gehen.

VII. Regeneration.

Ueber die Fähigkeit der Seewalzen verloren gegangene Körpertheile durch entsprechende Neubildungen zu ersetzen, besitzen wir nur sehr wenige Beobachtungen, welche indessen hinreichend zeigen, dass die Regeneration in einem ausserordentlich hohen Grade Platz greifen kann. Nach Semper (238) vermag die *Holothuria scabra* Jäg. den dicht hinter dem Wassergefässringe abgerissenen und mitsammt dem linken Kiemenbaum und den Geschlechtsorganen ausgestossenen Darm in der kurzen Zeit von 9 Tagen vollständig neuzubilden; auch der Kiemenbaum hatte sich in derselben Zeit wieder aufgebaut; nur von den Geschlechtsorganen war noch keine Spur einer Neubildung zu sehen. Noll (190a) beobachtete bei einer nicht sicher bestimmten *Thyone*-Art des Mittelmeeres, dass die Regeneration sich zugleich auch noch auf Kalkring und Fühler ausdehnen kann. Das betreffende Thier hatte Darm und Eierstock, sammt Fühlern und Kalkring ausgestossen und lag nun 70 Tage lang fast regungslos mit eingezogenem Vorderende und ausgestrecktem Hinterende da, indem es zugleich an Grösse abgenommen hatte. In jener Zeit muss die Regeneration der inneren Organe sich vollendet haben, denn es traten nunmehr erst vier und nach etwa 3 weiteren Wochen zehn neugebildete Fühlerchen hervor, mit welchen das Thier Nahrung in den Mund schaffte. Auch kroch das Thier jetzt wieder langsam, wie gewöhnlich, umher und lebte dann noch ein volles Jahr in seinem Aquarium. In einem ganz ähnlichen Falle, welchen Dalyell (47, 48), dem wir überhaupt die erste Mittheilung über die grosse Regenerationsfähigkeit der Seewalzen verdanken, vor mehreren Jahrzehnten beschrieb, dauerte es rund 77 Tage, bis die neuen Fühler wahrgenommen wurden. Vielleicht beziehen sich Dalyell's Beobachtungen sogar auf dieselbe Art *(Thyone fusus?)*, wie diejenigen Noll's. Letzterer wurde durch den Umstand, dass der ausgestossene Eierstock seines Thieres mit grossen Eiern angefüllt war, zu der beachtenswerthen Vermuthung veranlasst, dass der Mangel geeigneter Verhältnisse zur Eiablage das Thier zum Ausstossen seiner Eingeweide und damit zugleich zum Auswerfen seiner Eier angereizt habe, dass also eine Legenoth des Thieres dem ganzen Vorgange zu Grunde liege.

Dass abgetrennte oder aufgelöste (s. S. 419) Hautstücke durch Regeneration ergänzt werden können, ist wohl nicht zu bezweifeln, wenn auch bestimmte Beobachtungen darüber nicht vorliegen. Ebenso bedarf es einer sicheren Feststellung, ob die Regeneration den Verlust der ganzen Haut zu ergänzen vermag, den ein aus seiner Haut gefahrener *Stichopus naso* (s. S. 419) erlitten hat.

Baur (10) hält es, und wohl mit Recht, für wahrscheinlich, dass bei der Selbstzerstückelung der Synapten das Kopfstück — aber nur dieses — im Stande sei die abgetrennten Rumpfstücke zu reproduciren. Da den Rumpfstücken diese Fähigkeit nicht zukomme, so könne eine Vermehrung der Individuenzahl auf diese Weise in keinem Falle herbeigeführt werden. Da aber Baur diese Ansicht nur auf allgemeine Gründe, nicht aber auf unmittelbare Beobachtungen stützt, so wäre es immerhin sehr erwünscht, eine genauere Aufklärung dieser Verhältnisse zu versuchen. Dies um so mehr, als Dalyell (47, 48) für eine dendrochirote Holothurie das gerade Gegentheil festgestellt zu haben glaubt. Aus freien Stücken theilt sich nach seinen an *Cucumaria lactea* (Forb.) gemachten Beobachtungen das Thier der Quere nach in zwei annähernd gleichgrosse Stücke, von denen sowohl das vordere als das hintere nach einiger Zeit sich nochmals in derselben Weise theilen; alle diese Theilstücke sollen sich durch Regeneration der fehlenden Organe zu vollständigen Individuen ergänzen. Auch diese Beobachtungen bedürfen einer Wiederholung, bevor wir eine durch Regeneration ermöglichte Fortpflanzung durch Theilung als eine für die Seewalzen hinreichend gesicherte Thatsache anerkennen können. Doch dürfte die Entscheidung zu Gunsten der Dalyell'schen Angaben ausfallen, da soeben Chadwick*), allerdings ohne jede Bezugnahme auf Dalyell, mittheilt, dass sich in seinem Aquarium 3 Exemplare einer *Cucumaria*, er hält sie für Junge der *Cucumaria planci*, durch quere Theilung und nachfolgende Regeneration zu doppelt so vielen Individuen vermehrten, von denen dann das eine sich nach kurzer Zeit nochmals theilte und in beiden Theilstücken regenerirte; so waren im Ganzen im Laufe von etwa 2 Monaten aus 3 Individuen deren 7 geworden.

VIII. Lebensdauer und Wachsthums-Schnelligkeit.

Ueber die Lebensdauer und die Wachsthums-Schnelligkeit der Holothurien sind wir noch sehr mangelhaft unterrichtet. Tiedemann (273) vermuthete aus der sehr verschiedenen Grösse der zahlreichen von ihm untersuchten Exemplare der *Holothuria tubulosa*, dass die Holothurien „mehrere Jahre“ leben. Auch Jäger (110) fiel es auf, dass manche grosse Aspidochiroten-Arten schon bei geringer Körpergrösse ihre Geschlechtsreife erlangen. Das Gleiche konnte ich bei zahlreichen der von

*) l. c. (s. S. 405).

mir im Laufe der Jahre untersuchten Arten wahrnehmen. Ich glaube demnach mich der Ansicht Jäger's anschliessen zu können, dass die Holothurien überhaupt ein sehr langsames Wachsthum und eine entsprechend lange Lebensdauer besitzen. In dieser Auffassung werde ich durch die Beobachtung bestärkt, dass die in der Gefangenschaft gezüchteten Jungen der im erwachsenen Zustande fast handlangen *Cucumaria planci* in den ersten 4 Monaten ihres Lebens nur eine Länge von rund 2 mm erreichen. Jene Ansicht wird ferner durch die Angabe Noll's (190a) bekräftigt, wonach eine erwachsene *Cucumaria planci* 3 Jahre und 4 Monate in seinem Aquarium aushielt. Man wird wohl nicht fehl gehen, wenn man die durchschnittliche Lebensdauer der Holothurien auf mehrere Jahre schätzt, ja ich halte es für nicht unwahrscheinlich, dass manche Arten ein Alter von 10 Jahren und darüber erreichen können. Genaueres kann freilich erst durch weitere Beobachtungen festgestellt werden.

IX. Feinde.

Ihre Hauptfeinde haben die Seewalzen unter den grossen Prosobranchiern; auch Seesterne, manche Crustaceen und Fische stellen ihnen nach; im Ganzen aber scheinen sie nur für wenige Thiere schmackhafte Bissen zu sein. Bestimmte Beobachtungen über Thiere, welche Holothurien überwältigen und verzehren, liegen nur in geringer Zahl vor; es sind die folgenden.

Nach Ayres (7) wird *Psolus phantapus* (Strussenf.) von nicht näher bezeichneten Fischen gefressen. Semon (235) sah, dass ein gefrässiger *Blennius ocellaris* L. eine *Cucumaria köllikeri* Semp. zwar verschluckte, aber auch sofort wieder ausspie. Dagegen beobachtete derselbe Forscher, dass ein *Astropecten* eine *Synapta hispida* Hell. auffrass, und glaubt daraus schliessen zu können, dass überhaupt die Seesterne schlimme Feinde der Synapten sind. Hérouard*) bemerkte, dass *Paguren*, welche bis dahin friedlich mit *Stichopus regalis* (Cuv.) in der Gefangenschaft zusammen lebten, alsbald über diese Holothurie herfallen, sobald deren Rückenhaut sich zu zersetzen beginnt. Panceri**) traf im Schlund und Vormagen von *Dolium galea* kleine Holothurien, insbesondere *Phyllophorus*, an. Lo Bianco***) erwähnt, dass dieselbe Schnecke Synapten und *Cucumaria planci* verzehrt, und Semon†) sah, dass eine 21 cm lange *Holothuria poli* Delle Chiaje von einem grossen *Tritonium nodiferum* verschlungen wurde.

---

*) l. c. p. 7.

**) Gli organi e la secrezione dell' acido solforico nei gasteropodi. Atti della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche, Vol. IV, 1869.

***) Notizie biologiche. Mittheil. a. d. zoolog. Station zu Neapel, Bd. 8, 1888, p. 417.

†) Ueber den Zweck der Ausscheidung von freier Schwefelsäure bei Meeresschnecken. Biolog. Centralbl. IX, 1889, p. 83—84.

X. Schutzeinrichtungen.

Die Einrichtungen, durch welche sich die Holothurien gegen ihre Feinde und andere Gefährdungen zu schützen vermögen, sind mannigfaltiger Art, aber im Ganzen noch wenig studirt. Schon das Einziehen der Fühler oder (bei den Dendrochiroten) des ganzen vorderen Körperabschnittes wird den Thieren einigen Schutz gewähren, vielleicht auch die Verhärtung, welche der ganze Körper durch Contraction seiner Muskulatur und Ausstossen des Kiemenwassers erfährt. Die Zurückziehbarkeit der zarten Füsschen lässt auch diesen Organen den nöthigen Schutz angedeihen. Da wo die Füsschen ihre Retractilität aufgegeben haben, wie z. B. bei manchen Elasipoden, erhalten sie ihren Schutz durch reichliche Einlagerung von Kalkkörpern. Ueberhaupt wird man den Kalkkörpern der Haut die Bedeutung einer Schutzeinrichtung nicht absprechen können, denn jedes kleinere Thier, welches etwa Lust verspürt, eine Holothurie anzubeissen, wird sofort mit den zahlreichen Spitzen und Dornen, welche die meisten Kalkkörper besitzen und nach aussen richten, unliebsame Bekanntschaft machen. Ferner wird die früher (S. 384—385) erwähnte Gewohnheit mancher Arten, ihre Hautoberfläche mit allerlei Fremdkörpern zu bekleben, einerseits manchem Feinde die Holothurie verbergen, anderseits sie demselben weniger schmackhaft machen. Auch andere Gewohnheiten, wie das Verstecken in Ritzen und Spalten, das Eingraben in Sand und Schlamm, das feste Ansaugen an die Unterlage, dienen den Holothurien zum Schutze; so z. B. zieht sich die *Synapta inhaerens* nach den Beobachtungen von Quatrefages (210) bei der geringsten Erschütterung des Bodens schleunigst mit dem aus dem Sande oder Schlamme hervorragenden Kopftheile vollständig in denselben zurück. Ob auch eine schützende Färbung bei den Holothurien in weiter Verbreitung vorkommt, bedarf noch der näheren Untersuchung. Gräffe (73) ist zwar geneigt, bei den Echinodermen jegliche Schutzfärbung in Abrede zu stellen. Semon (235) aber beobachtete, dass *Synapta digitata* und *hispida*, wenn sie mit der Rückenseite nach oben (wie es die Regel ist) auf dem Sande kriechen, eine täuschende Uebereinstimmung mit der Farbe dieser Unterlage erkennen lassen. Auch die Färbung vieler Dendro- und Aspidochiroten (s. S. 28—29) legt die Vermuthung nahe, dass eine Schutzeinrichtung im Spiele sei — indessen fehlt es an bestimmten, auf diesen Punkt gerichteten Beobachtungen. Auch das eintönige dunkle Farbenkleid der meisten Elasipoden und der völlige Farbenmangel der anderen (s. S. 28) dürfte eine schützende Bedeutung haben. Besondere Einrichtungen zum Schutz und Trutz besitzen endlich die Synaptiden in der Fähigkeit, einen Theil ihres Körpers abzuschnüren und preiszugeben, um sich im Uebrigen zu retten, sowie die mit Cuvier'schen Schläuchen ausgestatteten Aspidochiroten, welche ihren Feinden diese klebrigen, zähen Fäden entgegenschleudern.

XI. Abnormitäten.

1) Albinismus. Krukenberg (132) beobachtete bei Triest ein Exemplar der *Cucumaria planci*, welches durch völligen Mangel des braunen Hautpigmentes ganz weiss aussah.

2) Abweichende Zahl der Radien. Abweichung von der typischen Fünfstrahligkeit durch Verminderung oder Vermehrung der Radienzahl findet sich bei Holothurien nur sehr selten. Abgesehen von einer Notiz bei Bronn (34), in welcher ohne Quellenangabe*), aber auch ohne eigene Beobachtung behauptet wird, dass zuweilen Holothurien mit vier oder sechs Ambulacren vorkommen, beschränkt sich unsere ganze Kenntniss auf die von mir (159) mitgetheilten Fälle von sechsstrahligen Exemplaren der *Cucumaria planci*. Unter etwa 150 halbwüchsigen Individuen sammelte ich deren fünf, welche ihre Sechsstrahligkeit durch den sechskantigen Körper und durch die Ausbildung von sechs Doppelreihen von Füsschen sofort erkennen liessen. Entsprechend der Zahl der Ambulacren besassen sie 12 Fühler (statt der normalen 10), von denen ein Paar bedeutend kleiner ist als die übrigen nnd dadurch das mittlere ventrale Ambulacrum kennzeichnet. Der Kalkring besteht aus sechs radialen und sechs interradialen Stücken. Der Steinkanal ist nur in der Einzahl vorhanden; er entspringt aber, obschon er im dorsalen Mesenterium festgelegt ist, nicht in dessen Interradius aus dem Ringkanal, sondern aus dem zunächst nach links folgenden Interradius. Dieser Umstand, sowie die Lagebeziehung des dorsalen Mesenteriums zu dem zwölftheiligen Kalkringe machten es sehr wahrscheinlich, dass wenigstens bei vieren von den fünf untersuchten Exemplaren die Einschiebung des überzähligen sechsten Ambulacrums links dorsal stattgefunden hat. Der Verlauf der Mesenterien, die Lage der beiden Kiemenbäume gaben weitere Stützen für die Schlussfolgerung, dass der mittlere dorsale Radius der sechsstrahligen Exemplare als der überzählige anzusehen ist. Die sechsstrahligen Individuen sind also wesentlich dadurch von den normalen fünfstrahligen verschieden, dass sich zwischen die beiden Ambulacren des Biviums ein sechstes Ambulacrum eingeschoben hat. Vermuthlich hat dieser Einschub während des Larvenlebens in der Weise sich eingeleitet, das an der Hydrocoelanlage statt der fünf Ausstülpungen (s. S. 289) deren sechs auftraten.

3) Doppelbildungen sind bis jetzt nur in zwei unter sich ganz verschiedenen Fällen bekannt geworden. In dem einen Falle handelt es sich um zwei Individuen der *Pseudocucumis acicula* (Semp.), welche mit dem Hinterende des Körpers seitlich zusammengewachsen sind. Nachdem Schmeltz (225) die erste kurze Notiz über dieses Vorkommniss

*) Vielleicht ist die Bronn'sche Angabe durch eine Bemerkung Jäger's (110, p. 27) veranlasst, in welcher derselbe das Vorkommen derartiger Abnormitäten als wahrscheinlich hinstellt.

gegeben hatte, wurde mir unlängst die Möglichkeit, dasselbe Object einer genaueren Untersuchung unterwerfen zu können, welche zu dem Ergebniss führte, dass die Verwachsung der beiden Individuen nur durch die Körperwand zu Stande gekommen ist, dass aber die Leibeshöhlen beider Thiere im Bereiche der Verwachsung durch eine ziemlich enge Oeffnung in offener Verbindung stehen. Eine andere Art von Doppelbildung bietet ein mir von Neapel vorliegendes Exemplar der *Cucumaria planci* dar, an welchem etwas vor der Körpermitte sich eine zweite Fühlerkrone entwickelt hat, welche sich in den Verlauf der beiden linken Radien einschiebt. Eine genauere Beschreibung dieser interessanten Missbildung werde ich demnächst in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie veröffentlichen.

XII. Schmarotzer der Holothurien.

Keine einzige Holothurienart führt selbst ein schmarotzendes Leben; wohl aber kennen wir zahlreiche Thierformen, die ihrerseits an oder in Holothurien als Parasiten leben. In der nachfolgenden Uebersicht habe ich in systematischer Ordnung alle ekto- und entoparasitischen Schmarotzer aufgeführt, welche ich in der Literatur verzeichnet fand oder selbst beobachtete. Die ältere, auf die schmarotzenden *Stylifer*-, *Eulima*- und *Fierasfer*-Arten bezügliche Literatur anzuführen, habe ich nicht für nöthig gehalten, da dieselbe in den citirten jüngeren Werken (z. B. von Semper, Emery und Cuénot) nachgesehen werden kann. Aus einem Ueberblick über das Verzeichniss geht hervor, dass weit mehr entoparasitäre als ektoparasitäre Schmarotzer bekannt sind. Ferner lehrt das Verzeichniss, dass von den 39 darin aufgezählten Nummern, von welchen 7 auf die Protozoen, 6 auf die Würmer, 13 auf die Crustaceen, 7 auf die Mollusken und 6 auf die Fische entfallen, rund die Hälfte bei Aspidochiroten schmarotzt und von den übrigen weitaus die meisten bei Synaptiden vorkommen, während von Dendrochiroten bis jetzt nur 2, von Molpadiiden und Elasipoden nur je 1 Schmarotzer bekannt ist.

1. Protozoen.

1) Eigenthümliche Körper, in welchen ich gregarinenartige Organismen vermuthen möchte, fand M. Sars (222, p. 135) am Darm und an den Darmblutgefässen der nordeuropäischen *Chiridota laevis* (Fabr.).

2) *Syncystis mülleri* (Giard) Cuénot. Diese Sporozoenform wurde in der Leibeshöhle der *Synapta digitata* (Mont.) zu Triest beobachtet. Vergl. Leydig (142, S. 517—519, Taf. 13, Fig. 11 und dazu, S. 520, eine Anmerkung von Joh. Müller) und Cuénot, Protozoaires commensaux et parasites des Echinodermes, Note préliminaire, Revue biologique du Nord de la France, Lille, 1891, p. 298.

3) *Syncystis synaptae* (Ray Lankester) Cuénot, kam in Roscoff und Morgate aus der Leibeshöhle von *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) zur Beobachtung, vergl. Cuénot, l. c., p. 295.

4) *Syncystis holothuriae* (A. Schneider) Cuénot. Wurde von Schneider (227, S. 323) in der Leibeshöhle, auf dem Darm und auf den Kiemenbäumen der *Holothuria tubulosa* Gmel. in Nizza und Neapel gefunden und ist wahrscheinlich identisch mit der von Kölliker (Zeitschr. f. wissensch. Zool., 9. Bd., 1858, S. 138) an den Gefässen des Darmes und der Kiemenbäume derselben Holothurie bemerkten Gregarinenform. Vergl. auch Cuénot, l. c., p. 298.

5) *Trichodina synaptae* Cuénot. Diese Infusorien-Art wurde von Cuénot, l. c., p. 289, häufig und zahlreich bei Roscoff in der Leibeshöhle der *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) angetroffen.

6) *Rhabdostyla arenaria* Cuénot. Eine Infusorienform, welche nach Cuénot, l. c., p. 290, bei Roscoff ektoparasitisch auf der Haut von *Synapta inhaerens* (O. F. Müll.) lebt.

7) *Rhabdostyla sp.* Eine zweite, nicht näher bezeichnete *Rhabdostyla* entdeckte Cuénot, l. c., p. 291, zu Cette ektoparasitisch auf der Mundscheibe von *Cucumaria cucumis* (Risso).

2. Würmer.

1) *Anoplodium parasita* Schneid. Eine rhabdocoele Turbellarien-Art, welche von Schneider in der Leibeshöhle von *Holothuria tubulosa* Gmel. entdeckt wurde (Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1858, S. 324 bis 325, Taf. 12, Fig. 1—4). Spätere eigene und fremde Beobachtungen über diesen Schmarotzer, der bis jetzt von Neapel, Nizza, Triest und Corfu bekannt geworden ist, hat v. Graff zusammengestellt (in seiner Monographie der Turbellarien. I. *Rhabdocoelida*. Leipzig 1882, S. 376 bis 378).

2) *Anoplodium schneideri* Semp. Eine zweite Art derselben Gattung, welche Semper auf den Philippinen im Darme von *Stichopus variegatus* Semp. und *Mülleria lecanora* Jäg. antraf (238, S. 100). Vielleicht ist damit der Wurm identisch, welchen Mertens (154, S. 593) im Darme der *Mülleria lecanora* beobachtete.

3) *Anoplodium sp.?* Danielssen u. Koren (50, p. 29) fanden im Darme des arktischen *Myriotrochus rinkii* Steenstr. eine Planarie, welche v. Graff (l. c., S. 379) für ein *Anoplodium* zu halten geneigt ist und deshalb einstweilen als *A. myriotrochi* bezeichnet.

4) Eine nicht näher bestimmte Nematoden-Art fanden Danielssen und Koren im Darm und in der Darmwand ihres in den nordeuropäischen Meeren lebenden *Trochostoma thomsonii* (50, p. 49).

5) Eine zweite, gleichfalls unbestimmte Nematoden-Art erwähnen dieselben Forscher als Schmarotzer ihrer ebenfalls nordeuropäischen

Kolga hyalina, woselbst sie im Darm, in der Darmwand und in der Körperwand angetroffen wurde (50, p. 9 *).

6) *Discopus synaptae* Zelinka. Diese ektoparasitische Räderthierform lebt in Grübchen der Haut von *Synapta digitata* (Mont.) und *inhaerens* (O. F. Müll.). Sie wurde von Lankester im Canal la Manche entdeckt und von Zelinka, der sie bei Triest wiederfand, genauer beschrieben. (Zoolog. Anzeiger 1887, S. 465—468, und Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, 47. Bd., 1888, S. 353—458, Taf. 30—34).

3. Crustaceen.

1) *Lecanurius intestinalis* Kossm., im Magen der *Mülleria lecanora* Jäg. schmarotzend, wurde von Kossmann beschrieben (in seinen zoologischen Ergebnissen einer Reise in das Küstengebiet des Rothen Meeres, Leipzig 1877—80, Abth. *Entomostraca*, S. 20, Taf. 5, Fig. 1).

2) *Dactylopus bahamensis* Edw.

3) *Esola longicauda* Edw.

4) *Rhapidophorus wilsoni* Edw.

5) *Diogenidium nasutum* Edw.

6) *Abacola holothuriae* Edw. Diese fünf Copepoden-Arten traf Ch. L. Edwards in der Leibeshöhle der an den Bahama-Inseln lebenden *Mülleria agassizii* Sel. an (Arch. f. Naturgesch., 57. Bd., Berlin 1891, S. 75—104, Taf. 3—5).

7) *Leuckartella paradoxa* Edw. Von dieser Art, welche ebenfalls in der Leibeshöhle der *Mülleria agassizii* vorkommt, musste Edwards (l. c.) es unentschieden lassen, ob sie den Copepoden oder Phyllopoden zuzurechnen ist.

8) *Synapticola teres* Voigt. Unter diesem Namen wird demnächst W. Voigt in der Zeitschr. f. wissensch. Zoologie eine Copepoden-Art beschreiben, welche ich (Zoolog. Jahrbücher, 3. Bd., Jena 1888/89, S. 818 bis 819) in der Leibeshöhle einer *Synapta kefersteinii* Sel. von Amboina entdeckte.

9) Einige nicht näher bezeichnete Copepoden-Arten erwähnt Semper (Natürliche Existenzbedingungen der Thiere, 2. Bd., Leipzig 1880, S. 188) aus dem Darm „der Holothurien“.

10) Derselbe Forscher beobachtete auch mehrere, gleichfalls nicht näher bezeichnete, kleine Copepoden auf der äusseren Haut „der verschiedensten Holothurien“ (238, S. 96).

11) Das Vorkommen von decapoden Krebsen im Kiemenbaume tropischer Holothurien wird zuerst von Quoy u. Gaimard (211) und

*) Auch Hérouard (Recherches sur les Holothuries des côtes de France, Paris 1890, p. 7) erwähnt das Vorkommen von Nematoden in der Leibeshöhle von Holothurien, ohne indessen diese Schmarotzer und ihre Wirthe irgendwie näher zu bezeichnen. Nach demselben Forscher leben ferner gewisse, aber wiederum nicht näher bezeichnete Anneliden namentlich bei den *Thyone*-Arten zwischen den Ambulacralfüsschen.

fast gleichzeitig von Jäger (110, p. 32) angegeben. Der letztere bezeichnet den von ihm gefundenen Krebs einfach als Cancer; er traf ihn im rechten Kiemenbaume (nahe der Mündung) von *Holothuria marmorata* (Jäg.). Offenbar handelt es sich hier um eine *Pinnotheres*-Art.

12) Zwei verschiedene *Pinnotheres*-Arten wurden von Semper (238, S. 96—97) im rechten Kiemenbaume der *Holothuria scabra* Jäg. beobachtet. Die eine derselben hat er später mit dem Namen *P. holothuriae* belegt. (Natürliche Existenzbedingungen der Thiere, 1. Bd., Leipzig 1880, S. 98 u. 99.) Wahrscheinlich ist die eine oder andere dieser beiden Arten dieselbe, welche Nauck unter dem Namen *Holothuriophilus trapeziformis* beschrieben hat (Zeitschr. f. wissensch. Zool., 34. Bd., 1880, S. 66). Nauck gibt als Wirth dieses Schmarotzers eine „*Holothuria maxima* Semper" an; da aber Semper keine Holothurie unter diesem Namen beschrieben hat, so kann höchstens die *Holothuria maxima* (Forsk.) gemeint sein, die aber selbst wieder zu den ganz zweifelhaften Arten gehört. Es bleibt also ungewiss, in welcher Art der Nauck'sche Krebs schmarotzt. Letzterer ist übrigens später von De Man noch eingehender geschildert worden (Zoolog. Jahrbücher, 2. Bd., 1887, S. 721—722).

13) Endlich führe ich noch den *Pinnotheres fischerii* M. Milne-Edw. an, welchen nach dem Zeugnisse von P. J. van Beneden (Schmarotzer des Thierreiches, Leipzig 1876, S. 32) Alphonse Milne-Edwards an einem mir nicht näher bekannten Orte aus Holothurien von Neucaledonien beschrieben hat*).

4. Mollusken.

1) Eine schmarotzende Muschel fand Semper (238, S. 99) auf der Haut seiner philippinischen *Synapta similis*.

2) *Entovalva mirabilis* Voeltzkow. Diese merkwürdige Muschel schmarotzt im Oesophagus einer *Synapta*-Art bei Zanzibar (A. Voeltzkow, Zoolog. Jahrbücher, 5. Bd., Abth. f. System., 1891, S. 619—626, Taf. 42).

3) Nach Gatttung und Art noch nicht näher bestimmte Schnecken fand Voeltzkow im Magen und auf der Haut derselben *Synapta* von Zanzibar (l. c. S. 626—627).

4) Aus den Gattungen Stylifer und Eulima kommt eine grössere Zahl von Arten theils ekto-, theils entoparasitisch bei Holothurien vor. So erwähnt derselben Semper (238, S. 97—99**) und Natürliche Existenzbedingungen der Thiere, 2. Bd., Leipzig 1880, S. 187 u. 188); er fand

*) Der Vollständigkeit halber ist hier anzumerken, dass Hérouard (Recherches sur les Holothuries des côtes de France, Paris 1890, p. 7) von Crustaceen spricht, welche im Bindegewebe der Körperwand schmarotzen und zum Theil sich daselbst auch entwickeln. Man erfährt aber weder etwas Näheres über diese Krebse, noch auch die Namen derjenigen Holothurien, bei denen sie gefunden wurden.

**) Dort ist auch die ältere Literatur über die schmarotzenden *Stylifer*- und *Eulima*-Arten angeführt.

die Schnecken im Darm, andere Arten auf der Haut verschiedener Aspidochiroten; eine Art scheint in der Haut (von *Stichopus variegatus* Semp.) zu leben. Neuere Nachrichten über das Schmarotzen von *Stylifer*- und *Eulima*-Arten finden sich bei P. u. Fr. Sarasin (Ceylon-Reise, 1. Bd., 1. Heft, Wiesbaden 1887, p. 22 u. 27). Die einzige Angabe über Vorkommen einer *Eulima*-Art bei einer dendrochiroten Holothurie finde ich in einem Verkaufskatalog des früher in Hamburg bestandenen Museum Godeffroy (Jahreszahl ?, S. 107); es wird daselbst eine *Eulima vitrea* A. Ad. aufgeführt, welche sich in *Colochirus tuberculosus* (Quoy u. Gaim.) gefunden habe.

5) *Entoconcha mirabilis* Joh. Müll. in der Leibeshöhle, am Darmblutgefäss befestigt, von *Synapta digitata* (Mont.) aus der Bucht von Muggia bei Triest. Vergl. Joh. Müller (183) und Baur (10, 3. Abhandlung).

6) *Entoconcha mülleri* Semp. in *Holothuria edulis* Less., anscheinend an der Kloake befestigt, wie Semper (50, S. 98) mittheilte.

7) *Entocolax ludwigii* Voigt, von mir an der Innenseite der Körperwand von *Myriotrochus rinkii* Steenstr. aus dem Behringsmeere gefunden und von W. Voigt beschrieben in Zeitschr. f. wissensch. Zool., 47. Bd., 1888, S. 658—688, Taf. 41—43.

5. Fische.

1) *Fierasfer*; sechs Arten dieser von Quoy u. Gaimard aufgestellten Gattung, welche im rechten Kiemenbaume der Aspidochiroten schmarotzt, werden ohne nähere Bestimmung von Semper (238, S. 96) erwähnt; davon stammen 2 Arten von den Philippinen, die 4 anderen von den Karolinen.

2) Eine nicht näher bestimmte *Fierasfer*-Art aus dem Kiemenbaum des *Stichopus ananas* (Jäg.) beobachtete Mertens (154, S. 592).

3) *Fierasfer homei* (Richards.) schmarotzt nach Günther in den Kiemenbäumen verschiedener Südsee-Holothurien; vergl. Günther, Catalogue of the Fishes in the British Museum, Vol. 4, London 1862, p. 382.

4) *Fierasfer dentatus* Cuv. kommt an der Küste von Irland und im Mittelmeere, hier im Kiemenbaume der *Holothuria tubulosa* Gmel., vor; vergl. Günther, l. c., p. 383.

5) *Fierasfer acus* L. Im Mittelmeer und in den angrenzenden Theilen des Atlantischen Oceans im Kiemenbaume dortiger Aspidochiroten, namentlich der *Holothuria tubulosa* Gmel. und des *Stichopus regalis* (Cuv.). Vergl. Günther, l. c., p. 381. — Emery, Fauna und Flora des Golfes von Neapel, II. *Fierasfer*, Leipzig 1880. — Lo Bianco, Notizie biologiche; Mittheilungen zool. Stat. Neapel, 8. Bd., 1888, S. 396—397.

6) *Enchelyophis vermicularis* Joh. Müll. (Abhandlungen der Berliner Akademie aus dem Jahre 1843, S. 154) kommt nach Semper (238, S. 96) bei Zamboanga im Kiemenbaum und in der Leibeshöhle von *Holothuria scabra* Jäg. vor.

G. Nutzen für den Menschen.

Die Benutzung der Holothurien seitens des Menschen ist eine sehr beschränkte. Nur in Ostasien kommen sie als Handelsartikel in Betracht. In anderen Ländern mag es wohl hier und da vorkommen, dass sie vom Menschen verspeist werden, doch sind die Nachrichten darüber sehr dürftig. So berichtet Delle Chiaje, dass in Unteritalien die *Holothuria tubulosa* von armen Fischern verzehrt werde. Nach Dujardin u. Hupé (55) werden in Sicilien mehrere Arten gegessen. Hérouard*) erzählt, dass bei Banyuls die Fischer das Fleisch der *Holothuria tubulosa* als Köder beim Doradenfange benutzen. Nach Mertens (154) wird auf Sitcha der *Stichopus sitchaensis* (Br.) trotz seines unangenehmen, penetrant ammoniakalischen Geruches roh verspeist.

In Ostasien bilden zahlreiche aspidochirote Arten unter den Namen „Trepang" (Tripang), „Biche de mer", „Balate" einen wichtigen Handelsartikel, welcher fast ausschliesslich nach China eingeführt und dort mitunter zu hohen Preisen verkauft wird, da die Chinesen darin ein Aphrodisiacum (vergl. auch S. 385) zu sehen glauben. Die ersten Nachrichten über Trepang-Zubereitung und Trepang-Handel verdanken wir Chamisso (37), Lesson (138), Collier (40), Jameson (in 40) und Jäger (110). Dem Jameson'schen Berichte aus dem Jahre 1830 entnehme ich das Folgende: Die Chinesen verbrauchen grosse Mengen, sie bereiten daraus eine sehr kräftige, wohlschmeckende Suppe und verschiedene Kraftbrühen. Trepangfischerei wird in jedem Lande des ostindischen Inselmeeres, von Sumatra bis Neuguinea betrieben, die bedeutendsten Fischereien liegen östlich von Celebes nach Neuguinea und Australien (Aru-Inseln, Nordwestküste von Australien, Golf von Carpentaria) hin. Die Thiere werden hauptsächlich an Korallenriffen in einer Wassertiefe von 3—5 Faden erbeutet, entweder mit Hülfe eines Spiesses oder durch Taucher. Die frischen Thiere werden ausgeweidet, das Wasser ausgedrückt, dann in trockenen Kalk gelegt, dann an der Sonne getrocknet oder über einem Holzfeuer gedörrt. Ihr Werth auf dem Markte hängt nicht von der Grösse,

*) Recherches sur les Holothuries des côtes de France, Paris 1890, p. 9.

sondern von anderen Eigenschaften ab. Auf dem Markt von Macassar, dem grössten Stapelplatz dieses Artikels, unterscheidet man nicht weniger als 30 Sorten, die im Preise von 5—70 spanischen Dollars für das Picul (= 133 Pfund) schwanken. Von Macassar gehen jährlich gegen 7000 Piculs oder 9300 Ctr. nach China. Auf dem chinesischen Markt schwankt der Preis von 8—115 spanischen Dollars. Jameson schätzt, dass das gleiche Quantum von anderen Orten aus nach China eingeführt wird, so dass die Gesammteinfuhr gegen 14000 Piculs = 18600 Ctr. beträgt, welche einen Handelswerth von 119000 Pfund Sterling (= 2380000 Mark) darstellt.

Jäger führt 13 verschiedene Trepangsorten, welche Besel in Celebes gesammelt hatte, mit ihren malayischen und chinesischen Namen an, doch war es ihm nur bei zweien derselben möglich, sie auf bestimmte Arten des Systems zurückzuführen: *Holothuria edulis* Less. und *Stichopus ananas* (Jäg.). Besel theilte Jäger mit, dass die Eingeborenen von Celebes vom November bis zum Juni oder Juli auf den Trepangfang fahren, der sie bis nach den australischen Küsten führt, und dass die geringeren Sorten mit 8—10, die besten mit 180—200 Gulden bezahlt werden.

Ausführlicher berichtet Semper (238) im Jahre 1868 über den Trepang: „Derselbe wird in geringen Quantitäten durch die Kapitäne kleiner Küstenfahrzeuge von den Eingeborenen der Molukken, Philippinen, Neuguineas, ganz besonders aber der Inseln des Stillen Oceans, gegen allerlei Tauschartikel eingehandelt und dann an irgend einem Zwischenmarkte für den chinesischen Handel: Singapore, Batavia oder Manila (Macassar wird von Semper nicht erwähnt) meistens direct an die dort ansässigen Chinesen verkauft. Natürlich hängt der Erfolg der Speculation theilweise von der gerade dort herrschenden Nachfrage ab, theils aber auch von der Güte der Sorte und ihrer Zubereitung. Neuerdings scheinen die auf Trepang fahrenden Kapitäne nur schlechte Geschäfte gemacht zu haben, während vor einigen dreissig Jahren eine kurze Periode gewesen zu sein scheint, in welcher glänzende Geschäfte gemacht wurden. Uebrigens lässt sich ein Ueberblick über die verschiedenen Wandlungen, welche der Handel mit Trepang erfahren haben mag, nicht gewinnen, da statistische Nachweise über die in China eingeführten Quantitäten*), sowie über die in den Zwischenmärkten und in China selbst bezahlten Preise fehlen und auch gar nicht in irgend genügender Weise durch die Chinesen, welche diesen Handelszweig fast ausschliesslich in Händen haben, zu erlangen sind. Im Vergleich zu den Summen, welche der Handel mit anderen Erzeugnissen der östlichen tropischen Regionen: Zucker, Reis, Manilahanf u. s. w. in Umlauf setzt, kann jedenfalls der Handel mit Balate nur ein sehr geringes Interesse beanspruchen."

*) Wie Semper in Erfahrung brachte, wurden aus Manila im Jahre 1864 2089, im Jahre 1865 3920 Piculs nach China ausgeführt, welche in 1864 einen Werth von 41780, in 1865 von 78400 Dollars hatten. S. Semper, Die Philippinen und ihre Bewohner, Würzburg 1869, S. 24—26, 29.

Die gewöhnlichen Arten: *Holothuria atra* Jäg., *impatiens* (Forsk.), *vagabunda* Sel., werden gewöhnlich in Manila mit 6—8, oft nur 3—4 Dollars das Picul bezahlt, während die *Stichopus*-Arten (z. B. *Stichopus naso* Semp., *variegatus* Semp., *variegatus var. Hermanni* Semp.) und die *Holothuria*-Arten der Bohadschia-Gruppe [z. B. *Holothuria mormorata* (Jäg.)] bei günstigem Markte oft 40 und mehr Dollars das Picul kosten*). „Die Zahl der Sorten, welche im Handel unterschieden werden, ist eine ziemlich grosse. Ihre Namen sollen je nach der Mundart der chinesischen Stadt, wohin sie ausgeführt werden, wechseln, sodass die chinesischen in Manila üblichen Benennungen von den in Singapore oder in Batavia gebrauchten gänzlich abweichen. Auch die Zubereitung an Ort und Stelle scheint eine sehr verschiedene zu sein. Auf den Palau-Inseln (westliche Karolinen) habe ich (Semper) lange Monate hindurch den Fang und die Zubereitung beobachten können. Die meisten Arten der Gattung *Holothuria* werden durcheinander in grossen, bis 3 Fuss im Durchmesser haltenden, eisernen Schalen aufgehäuft, sodass sie einen hervorstehenden Haufen bilden. Bedeckt von einer mehrfachen Lage der grossen Kukaublätter (*Caladium esculentum***) werden sie zuerst recht eigentlich gekocht, dann unter stetem Begiessen mit einer sehr geringen Menge süssen Wassers gedämpft. Dabei schrumpfen sie gewaltig ein; eine Holothurie, welche beim Fange einen Fuss lang war, zieht sich bis auf wenige Zoll Länge zusammen. Nach der ersten Abkochung werden sie auf freistehenden, hölzernen Gestellen an der Sonne getrocknet und dann wechselweise zwei- oder dreimal gedämpft und getrocknet. In diesem Zustande werden sie dann dem Käufer nach Gewicht vertauscht. Häufig muss dann noch ein abermaliges Abkochen und Trocknen an der Sonne vorgenommen werden. Sind sie endlich hinreichend trocken und des Meersalzes beraubt, so werden sie in grossen, zu dem Zwecke eigens gebauten Schuppen auf Borten in dünnen Schichten ausgebreitet und monatelang dem Einfluss von Rauch und Feuerwärme ausgesetzt. Man pflegt sie erst ganz kurze Zeit vor der Abreise in Säcke zu verpacken und an Bord des Schiffes zu bringen um sie so wenig als möglich der feuchten, im Schiffsraume herrschenden Atmosphäre auszusetzen. Beim Ankauf selbst wird die Sonderung in die einzelnen Sorten vorgenommen; gemischte werden nie so gut bezahlt, wie sortirte. Die Arten der Gattung *Stichopus* müssen sorgfältiger behandelt werden. Die erste Abkochung derselben geschieht in Seewasser, da sie von der Luft gar nicht getroffen werden dürfen, wenn sie nicht gleich zerfliessen sollen. Auf die erste Abkochung mit Seewasser folgt die zweite mit süssem Wasser und dann die Dämpfung mit abwechselndem Trocknen". Sollen die so zubereiteten Holothurien gegessen werden, „so reinigt man die Oberfläche zunächst von anhängendem Schmutz, kratzt die obere kalkführende Schicht ab und weicht sie dann

*) Zu den besonders geschätzten Trepangarten gehört nach Sluiter (242) auch sein *Stichopus vastus*.

**) = *Colocasia esculenta*, Tarro oder Kalo.

24—48 Stunden lang in süssem Wasser ein. Dabei quellen sie auf und nehmen eine schmutziggraue Farbe an. Nach mehrmaligem Waschen und sorgfältiger Entfernung der Eingeweide und aller fremden Sandtheilchen wird dann die aufgequollene Haut in kleine Stückchen geschnitten, die in stark gewürzten Suppen oder mit verschiedenen anderen Speisen gegessen werden. Sie haben so wenig wie die essbaren Vogelnester einen eigenen Geschmack; es sind weiche, milchig aussehende Gallertklumpen, welche von den Europäern nur wegen ihrer leichten Verdaulichkeit, von den üppigen Chinesen wegen der ihnen zugeschriebenen reizenden Eigenschaften genossen werden".

Etwas anders verfährt man nach Gronen (80) in Nord-Australien bei der Trepangzubereitung. Am Essington-Hafen werden die Trepang-Holothurien theils zur Zeit der Ebbe von den im Wasser watenden Fischern mit der Hand aufgelesen, theils werden sie mit langen, an der eisernen Spitze mit Widerhaken versehenen Bambusspeeren oder durch Taucher erbeutet. „Das Einpökeln und Räuchern geschicht auf folgende Weise: Man lässt die Thiere (Gronen nennt sie irrthümlicher Weise Sipunkeln) in einem eisernen Kessel etwa eine halbe Stunde lang bei gelindem Feuer kochen, wirft sie dann auf den Boden und öffnet sie mittelst eines längs des Rückens gemachten Schnittes mit einem scharfen Messer. Dann kocht man sie noch einmal im Kessel mit Salzwasser und einer Quantität Wurzelbaumrinde*) etwa drei Stunden lang, worauf sich die äussere Haut abzuschälen beginnt. Dies ist das Zeichen, dass der Trepang gar ist, und nachdem man das Salzwasser abgegossen, bringt man ihn in die Trockenschuppen, kleine Hütten mit Mattendächern, auf Rahmen von gespaltenem Bambusrohr. Jedes Thier wird sorgfältig mit der aufgeschnittenen Seite nach unten darauf gelegt und dann ein Schmauchfeuer unter dem Rahmen unterhalten, sodass der Trepang bald trocken und geräuchert genug ist, um in Säcke oder Körbe zur Versendung verpackt zu werden." Gronen schätzt, dass vom Essington-Hafen jährlich 600 Tonnen Trepang ausgeführt wird. Derselbe geht nach Macassar, woselbst das Picul zu 70 Rupien = etwa 99 Mark verkauft wird; von dort gelangt der Trepang nach China, wo er mit etwa 132 Mark bezahlt wird.

Endlich hat Lindemann**) einige Notizen über Trepang und Trepanghandel veröffentlicht. Danach wird auch in Mauritius der Trepangfang betrieben. Man unterscheidet daselbst an den Küsten des Meerbusens Grand Port sieben Handelssorten, von denen der *Trepang royal* der seltenste und gesuchteste ist. 1000 Stück Trepang werden zu 75 Cent. bis 1 Franc 25 Cent. verkauft. Den Angaben Lindemann's entnehme ich ferner, dass an verschiedenen Inseln der Torres-Strasse (Stephens-, York- und Darnley-Inseln) von 1874—78 durchschnittlich jährlich

*) = *Rhizophora mangle*, Mangle- oder Mangrovebaum.

**) M. Lindemann, Die Seefischereien in den Jahren 1869—1878. Ergänzungsheft Nr. 60 zu Petermann's Mittheilungen, Gotha 1880.

1930 Ctr. in einem Werthe von 8615 Pfund Sterling erbeutet wurden. Ein nur unbedeutender Fang finde auch im Norden von Japan statt. Von den Viti-Inseln wurden dagegen (bis 1879) jährlich etwa 40 Ctr., von Tahiti etwa 4000 Tonnen (à 60 Francs) ausgeführt. Von den Tonga- und Samoa-Inseln ist Menge und Werth der Ausfuhr unbekannt. In Niederländisch-Indien wird der Trepangfang besonders an der Nordküste Javas, den Ostküsten von Sumatra, Borneo und Celebes, der Westküste Borneo's und auf den unzähligen Riffen, Bänken und Atollen des ganzen malayischen Archipels betrieben. Die Fischer dehnen ihre Reisen bis zu den Küsten von Australien aus, wo der Golf von Carpentaria eine der besten Sorten liefern soll. Sie bringen den Fang hauptsächlich nach Singapore, aber auch nach Batavia und Macassar. Die jährliche Ausfuhr aus Singapore und Batavia wurde 1854 auf 15000 Piculs geschätzt. 1858 gingen von Java etwa 6000, von Macassar 8—9000 Piculs nach China. Im Jahre 1878 wird die Einfuhr, welche von den verschiedensten Seiten her nach China stattfand, auf 19668 Piculs*) beziffert, welche einen Handelswerth von 354029 Haikwan Taëls = 2124174 Mark hatten.

Ob die Holothurien vielleicht noch in anderer Weise dem Menschen nutzbar gemacht werden können, muss die Zukunft lehren. Es wäre ja z. B. möglich, dass die mehrfach erwähnten Farbstoffe, welche besonders Krukenberg und Mac Munn einem näheren Studium unterzogen haben, für irgend welche technische Zwecke Verwendung fänden. Mertens und ich (154) haben in dieser Richtung namentlich auf das dunkelpurpurrothe Pigment der Eingeweide bei dem tropischen *Stichopus ananas* (Jäg.) und dem mittelmeerischen *Phyllophorus urna* Grube aufmerksam gemacht.

*) Nach Lindemann ist 1 Picul = 60,45 kg.

H. Palaeontologie.

Da die Holothurien nur in den meistens mikroskopisch-kleinen Kalkkörperchen ihrer Haut und in den Gliedern ihres Kalkringes erhaltungsfähige, zur Fossilisation geeignete Gebilde besitzen, ihre Weichtheile aber, besonders bei den Aspidochiroten und Synaptiden, nach dem Tode einer sehr raschen Auflösung unterliegen und dadurch ein vollständiges Auseinanderfallen der Kalkgebilde bedingen, wird man kaum erwarten können, zweifellose Abdrücke ganzer Thiere oder grössere, beisammenliegende Gruppen ihrer Kalkgebilde in fossilienführenden Schichten anzutreffen; am leichtesten könnte das etwa der Fall sein bei Formen, welche, wie gewisse lebende Dendrochiroten *(Psolus)*, grössere, dicht an- und übereinander gelagerte Kalkplatten besitzen. Auch lässt sich vermuthen, dass der Kalkring seinen Zusammenhang bei vielen Formen leichter und länger bewahren kann als die losen Kalkkörperchen der Haut. Indessen ist thatsächlich bis jetzt noch kein einziges Fossil aufgefunden worden, welches sich mit Sicherheit auf den Kalkring einer Holothurie beziehen liesse*). Ebenso sind die wenigen angeblichen Abdrücke ganzer Thiere in ihrer Deutung gesichert. Nur isolirte Kalkkörperchen sind es, welche man bis jetzt mit Bestimmtheit als Holothurienreste ansprechen kann, und auch sie bereiten, abgesehen von der Schwierigkeit ihrer Auffindung, der genaueren Deutung grosse Schwierigkeiten. Denn wenn schon für die lebenden Holothurien die Kalkkörper allein nur ein Hülfsmerkmal für die Unterscheidung der Familien und Gattungen darstellen (s. S. 317 bis 318), welches in der Regel erst in Verbindung mit anderen, nicht versteinerungsfähigen Merkmalen eine sichere Bestimmung ermöglicht, und wenn ferner bei der Bestimmung lebender Arten meistens nicht nur eine, sondern mehrere combinirt auftretende Formen von Kalkkörperchen den Ausschlag geben und dazu auch noch die Entwicklungsstadien der Kalkkörper selbst, ihre Schwankungen in Form, Anordnung und Häufigkeit sowie die Alterszustände der Thiere in Betracht gezogen werden müssen, bei den fossil gefundenen Kalkkörperchen aber alle diese Gesichtspunkte praktisch unanwendbar werden — so ergibt sich daraus, dass eine durch-

*) Das etwa 0,5 mm lange, zahnförmige, solide Kalkgebilde, welches Etheridge (60, p. 12, pl. V, Fig. 8) für ein Stück eines Kalkringes erklären möchte, bietet zu einer solchen Deutung nicht den geringsten sicheren Anhaltspunkt. Wenn es überhaupt von einer Holothurie herstammt, könnte es noch eher einer Analpapille entsprechen.

aus sichere Einordnung dieser fossilen Reste in das zoologische System fast ein Ding der Unmöglichkeit ist. Es hat deshalb meines Erachtens auch gar keinen Sinn, wenn man den fossilen Kalkkörperchen einen Gattungs- und Artnamen gibt und dadurch eine scheinbare systematische Bestimmung derselben vornimmt, die man in Wirklichkeit gar nicht zu rechtfertigen im Stande ist. Will man ihnen, nur um sie überhaupt kurz bezeichnen zu können, einen Namen geben, so mag man das immerhin thun; dann darf man aber nicht von Genus und Species reden, sondern man wird besser einen Begriff anwenden, der keine bestimmte Kategorie des Systems bezeichnet, etwa den Begriff: Form, forma*). Statt also auf die Kalkkörperchen hin beispielsweise von einer fossilen Gattung und Art *Achistrum nicholsoni nov. gen. nov. sp.* zu sprechen, würde es mir richtiger erscheinen, nur von einer fossilen Holothurienform dieses Namens zu reden; durch diese Bezeichnung würde unentschieden bleiben, was gar nicht sicher zu entscheiden ist, ob nämlich diese Form wirklich eine besondere Gattung repräsentirt und ob sie als Art durch das eine bekannte Merkmal hinreichend gekennzeichnet ist.

Wenden wir uns nach diesen allgemeinen Bemerkungen zu einer kritischen Betrachtung der vorliegenden Angaben über fossile Holothurien, so tritt uns als älteste Notiz die Mittheilung Rüppel's (218) entgegen, derzufolge ein roher Körperabdruck aus dem Solenhofener lithographischen Schiefer von einer Holothurie herrühren soll. Nach Zittel gehört derselbe aber eher zu einem nackten Cephalopoden oder irgend einem anderen Thiere, als zu einer Holothurie, und auch die von Giebel aus denselben Schichten als *Protoholothuria* beschriebenen Reste sind nach dem Urtheile desselben Paläontologen durchaus problematische Körper. Die erste Beschreibung eines echten, unverkennbaren Holothurienrestes rührt von Graf Münster (190) her. Derselbe fand im Scyphienkalke Frankens $^{1}/_{2}$ bis 1 Linie lange, ankerförmige Kalkgebilde, die er in Uebereinstimmung mit v. Siebold als *Synapta*-Anker deutete und mit dem Namen *Synapta sieboldii* belegte. Mit Unrecht hat Zittel (287) dieselben für Spongiennadeln erklärt. Sie zeigen die Gestalt eines Synapten-Ankers in so zweifelloser Weise, dass ich Zittel's Widerspruch nur auf eine Verwechselung mit anderen, auf derselben Münster'schen Tafel abgebildeten Körperchen zurückführen kann.

Weiterhin hat Schwager (228) kleine, rädchenförmige Kalkgebilde beschrieben, welche er im weissen und braunen Jura auffand. Dieselben erinnern an ähnliche Körperchen, welche schon vorher Waagen und Terquem (260)**) aus dem Lias und Dogger unter dem Namen *Chiridota vetusta* und *atava* beschrieben hatten, mir aber in den Originalbeschreibungen nicht zugängig sind. Die von Schwager ge-

*) Den gleichen Vorschlag hat nach Schlumberger's Mittheilung (Bull. Soc. géol. de France, 3. Sér., T. XVIII, Paris 1890, p. 193) Théel ihm gegenüber brieflich gemacht — leider sah sich Schlumberger nicht veranlasst demselben Folge zu leisten.

**) Vergl. auch die Mittheilungen von Terquem in den Mémoires de la Soc. géol. de France, 2. Sér., T. X.

schilderten Rädchen, bei denen leider eine Grössenangabe fehlt, haben eine napfförmige Gestalt. Ihre Speichen, er gibt deren in der Abbildung 10 an, strahlen von einem knotenförmigen Mittelpunkte („Centralknoten") aus; die Speichen „endigen nicht an der Peripherie, sondern biegen sich verdünnend nach unten" (d. h. nach der concaven Seite des Napfes) „um und ragen hier etwa den vierten Theil des Halbmessers nach innen, auch schalten sich in der Umbiegung secundäre Stäbchen zwischen sie ein", wodurch ihre Zahl in Schwager's Abbildung stark vervierfacht wird. So weit passt die Schilderung ziemlich auf Rädchen von der Form, wie sie unter den lebenden Arten etwa *Myriotrochus* besitzt, wenn auch bei dieser Gattung eine so starke Vermehrung der einwärts gerichteten Spitzen am Rande des Rädchens nicht vorkommt. Auch die weitere Angabe Schwager's, dass er Exemplare gefunden habe, welche nur aus dem „Centralknoten" und strahlenförmig von diesem abgehenden, frei endigenden, kurzen Armen (Speichen) bestehen und wahrscheinlich Entwicklungsstadien darstellen, stimmt zu dem, was wir über die Entwicklung der Rädchen bei lebenden Holothurien wissen. Was mich aber stutzig macht, ist der Umstand, dass die Speichen manchmal weiter als gewöhlich auseinander stehen und dann „durch Kalkplättchen verbunden" seien. Eine derartige Verbindung der Speichen kennen wir von keinem rädchenförmigen Kalkkörper lebender Synaptiden. Da es aber wenigstens nicht gegen die Deutung der Gebilde als Holothurien-Kalkkörper überhaupt spricht, so glaube ich mich Zittel ganz anschliessen zu können, wenn er die von Schwager nachgewiesenen Rädchen mit einiger Sicherheit auf fossile Holothurien bezieht, und ich sehe keinen Grund, sie mit Etheridge (60) für Bryozoenreste zu halten. Widersprechen aber muss ich dem, dass Schwager sie zur Gattung *Chiridota* als *Ch. sieboldi n. sp.* stellt. Echte Chiridoten-Rädchen sind es ganz sicher nicht; dagegen spricht die Zahl der Speichen, die Form des Randes und das Vorkommen von verbindenden Kalkplättchen zwischen den Speichen. Aus letzterem Grunde kann man sie auch nicht zu *Myriotrochus* oder irgend einer anderen recenten Synaptidengattung stellen. Wir wollen sie also einfach als Holothurienkalkkörperchen *forma sieboldi* Schwag. bezeichnen. Auch daran ist kein Grund zu zweifeln, dass zwei andere Formen von runden Plättchen, welche Schwager, ohne sie mit einem Namen zu beglücken, beschreibt, Kalkkörperchen von Holothurien sind. Die eine dieser Formen besitzt im Mittelpunkte ein grosses Loch, welches an der Peripherie von 8 kleinen Löchern umstellt ist, denen entsprechend der Rand des Plättchens 8 bogenförmige Ausbuchtungen zeigt. Die andere Form unterscheidet sich von dieser durch den Besitz von 5—6 Spitzen an ihrem Rande.

Der Schwager'schen *forma sieboldi* scheinen die Rädchen ähnlich zu sein, welche sieben Jahre später Moore*) aus englischen Lias- und

*) On the Presence of Naked Echinodermata (Holothurioidea) in the Inferior Oolite and Lias. Report of the British Association for 1872, part 2, p. 117.

Doggerschichten angegeben hat; sie haben einen Durchmesser von etwa $^1/_{40}$ engl. Zoll, besitzen 5—15 Speichen und sind am Rande gezähnt.

Noch später hat dann Etheridge (60) uns mit einigen wohl unzweifelhaften Holothurienkalkkörperchen aus dem schottischen Kohlenkalke bekannt gemacht, welche theils die Gestalt durchlöcherter Plättchen von verschiedener Grösse, theils die Form von Haken und Rädchen oder eines Kreuzes haben. Die Plättchen sind 0,5—0,6 mm gross und ihre Löcher messen 0,102—0,13 mm*). Die Haken haben einen Schaft von 0,59 mm Länge, der an dem einen Ende verbreitert und von einem Loche durchbohrt ist, am anderen Ende sich zu dem zugespitzten Haken umbiegt. Die hakenförmigen Kalkkörper wurden auch in dichter Anlagerung an die durchlöcherten Plättchen beobachtet, was an die Lagebeziehung eines Synapten-Ankers zu seiner Ankerplatte erinnert. Was er Rädchen nennt, erinnert zum Theil an die zweite unter den drei von Schwager beschriebenen Formen, hat aber mit echten *Chirodota*-Rädchen nur eine sehr allgemeine Aehnlichkeit; man könnte eher an die Scheibe der stühlchenförmigen Kalkkörper vieler Aspidochiroten (s. S. 45—46) oder an die Rädchen mancher Elasipoden (s. S. 44) denken. Am interessantesten sind die kreuzförmigen Kalkgebilde. Etheridge beschreibt sie als 0,55 mm grosse, gleicharmige, vierarmige Kreuze, deren Mittelpunkt von 4 regelmässig zu einander gestellten, abgerundet dreieckigen Löchern durchbohrt ist; am freien Ende sind die Arme manchmal etwas verbreitert; auf dem Kreuzungspunkte der Arme erheben sich an einem Exemplare zwei senkrecht aufsteigende Verlängerungen. Etheridge hält die Plättchen und Haken für Merkmale einer neuen Gattung *Achistrum* (*ἄγκιστρον*, Angelhaken) und rechnet die von ihm gesehenen Haken mit den grosslöcherigen Platten (Durchmesser der Löcher ca. 0,09—0,13 mm**) zu einer von ihm *A. nicholsoni* genannten Art, während er für die kleinlöcherigen Platten (Durchmesser der Löcher ca. 0,02—0,05 mm**) eine zweite, nicht näher benannte Art aufstellt. Seine sogenannten Rädchen vertheilt er auf drei verschiedene Arten, welche er aber alle drei, wenn auch mit einigem Zweifel zur Gattung *Chiridota* stellt. Für seine *Chiridota traquairii* sind runde, 0,25 mm grosse Scheiben mit 4 centralen und 8 peripherischen Löchern charakteristisch. Bei *Ch. robertsoni* und *primaeva* dagegen ist der centrale Theil des rädchenförmigen Kalkkörperchens nicht durchbohrt, sondern solide. Die peripherischen Löcher, welche den soliden Centraltheil in kreisförmiger Anordnung umgeben, sind bei *robertsoni* dreieckig, bei *primaeva* fast kreisrund und treten bei *robertsoni* zu 6—8, bei *primaeva* zu 8—12 an Zahl auf. Bei *robertsoni* sind die Körperchen etwas kleiner, bei *primaeva* etwas grösser als bei *traquairii*.

Da die Plättchen der Form *Achistrum nicholsoni* in der Zahl und An-

*) Diese Grössen der Löcher berechnen sich aus den in englischen Zoll ausgedrückten Angaben in seinem Texte; an seinen Abbildungen gemessen ergeben sich aber für die kleinen Löcher viel kleinere Werthe, nämlich 0,02—0,05 mm und für die grösseren Löcher 0,09—0,13 mm.

**) Nach den Abbildungen von Etheridge berechnet; siehe die vorige Anmerkung.

ordnung der Löcher den ihm bekannten Ankerplatten recenter Synapten nicht ganz entsprechen, auch kein Bügel an den Plättchen vorkommt, so scheint ihm eine verwandtschaftliche Beziehung zu den Aspidochiroten oder Dendrochiroten wahrscheinlicher als zu den Synaptiden. Dazu möchte ich bemerken, dass die Annahme einer solchen Beziehung, falls man daraus einen Schluss auf die systematische Stellung des *Achistrum nicholsoni* gründen will, gerade so in der Luft schwebt, als wenn man darin ein Zeichen für eine Verwandtschaft zu den Synaptiden sehen will. Bügellose, unregelmässig durchlöcherte Ankerplatten kommen auch bei den recenten Synapten vor (*Synapta molesta* Semp.) es wäre das also kein Grund, das *Achistrum nicholsoni* von den Synapten zu entfernen. Wohl aber hindert die Gestalt der von Etheridge beschriebenen Haken eine nahe Beziehung mit der Gattung *Synapta* anzunehmen, denn auch abgesehen davon, dass wir keine lebende *Synapta*-Art mit nur einarmigen Ankern (d. h. Haken) kennen, ist die Handhabe der *Synapta*-Anker niemals von einem Loche durchbohrt, wie das bei *Achistrum nicholsoni* der Fall ist. Wohl aber kommt eine ähnliche Durchlöcherung der Handhabe bei den Ankern der Molpadiiden-Gattung *Ankyroderma* vor, mit denen die *Achistrum*-Anker aber wieder wegen anderer Unterschiede nicht zusammengebracht werden können. Man kann demnach die Form *Achistrum nicholsoni* mit Sicherheit weder zu der einen noch zu der anderen Familie recenter Holothurien bringen, hat aber auch ebensowenig Berechtigung in ihr Reste einer von allen lebenden Holothurien verschiedenen Familie oder Gattung zu erblicken. Es ist möglich, dass es sich in ihr um eine Synaptide, möglich auch, dass es sich um eine Molpadiide, und nicht ausgeschlossen, dass es sich um eine dendrochirote oder aspidochirote oder elasipode Art handelt. Warum ferner die kleinlöcherigen Plättchen einer anderen *Achistrum*-Art angehört haben sollen wie die grosslöcherigen, ist auch nicht einzusehen. Sie könnten, um nur eine der vielen Möglichkeiten anzudeuten, Endscheibchen in den Füsschen derselben Art gewesen sein, welche in ihrer Haut die grosslöcherigen Plättchen besass.

Völlig unsicher ist auch die Beziehung der drei Sorten von rädchenförmigen Kalkkörperchen zu der Gattung *Chiridota*. Zunächst muss in dieser Hinsicht die Form *traquairii* aus der Gattung *Chiridota* meiner Ansicht nach mit aller Bestimmtheit ausgeschieden werden. Denn wir kennen keine einzige lebende *Chiridota*- oder überhaupt Synaptiden-Art, bei welcher die Nabe des Rädchens durchlöchert wäre. Wohl aber sind uns derartige Rädchen von Elasipoden, z. B. von *Pannychia moseleyi*, bekannt geworden, auch ist die Aehnlichkeit der *traquairii*-Rädchen mit der Stühlchenscheibe mancher Aspidochiroten ganz unverkennbar. Was weiter die Rädchenformen *robertsoni* und *primaeva* angeht, so stimmen sie zwar durch ihre solide Nabe mit den *Chiridota*-Rädchen überein, aber nicht nur mit diesen, sondern auch mit den Rädchen anderer Synaptiden, z. B. *Myriotrochus* und anderer. Am meisten nähert sich noch die Form *robertsoni* einem echten Chiridoten-Rädchen; denn wenn sie auch 6 bis

8 Speichen zeigt, so kommen ja auch bei recenten *Chiridota*-Arten dieselben Vermehrungen der regelmässigen Sechszahl der Speichen mitunter vor. Was aber auch hier die Sache wieder zweifelhaft macht und übrigens auch für die *primaeva*-Rädchen gilt, ist der Umstand, dass die für alle Rädchen recenter Synaptiden charakteristischen Zahnbildungen am Radkranze vollständig zu fehlen scheinen. Endlich ist auch noch auf die Grössenverhältnisse der von Etheridge beschriebenen Rädchen aufmerksam zu machen. Nur die Form *robertsoni* mit ihrer Grösse von 0,18 mm entspricht einigermaassen der Grösse recenter *Chiridota*-Rädchen; dagegen gehen die beiden anderen Formen über das Maass der echten *Chiridota*-Rädchen hinaus und übertreffen sogar zum Theil noch die grössten recenten Rädchenformen, welche sich bei *Myriotrochus* unter den Synaptiden mit 0,25 mm, *Pannychia* unter den Elasipoden mit 0,24 mm Durchmesser vorfinden.

Auch mit der Ausdeutung der von ihm beschriebenen kreuzförmigen Kalkkörper hat Etheridge kein Glück gehabt. Das Einzige, was er aus der von ihm benutzten Literatur zum Vergleiche heranzieht, ist eine von Düben u. Koren herrührende Abbildung der Stützstäbchen aus den Füsschen der *Cucumaria hyndmani*, bei der man sich aber vergeblich bemüht etwas Kreuzförmiges oder Vierarmiges zu erblicken. Obschon Etheridge die kreuzförmigen Gebilde mit einem Namen verschont hat, habe ich sie deshalb schon oben als die interessantesten der von ihm aufgefundenen Kalkkörper bezeichnet, weil sie an die vierarmigen Körperchen erinnern, welche für eine ganze Reihe von Elasipoden charakteristisch sind, sich aber auch unter den Aspidochiroten, z. B. bei *Paelopatides aspera*, vorfinden. Sieht man aber näher zu, so tritt uns aber auch hier sofort wieder ein Unterschied entgegen, der es unmöglich macht in diesen fossilen Kalkkreuzen sichere Reste von Elasipoden (oder allenfalls Aspidochiroten) zu sehen. Denn bei letzteren sind die Kalkkreuze an der centralen Vereinigungsstelle der vier Arme ausnahmslos undurchbohrt, während jene fossilen Kreuze an derselben Stelle von vier Löchern durchsetzt sind. Etwas in dieser Hinsicht Aehnliches bieten uns aber unter den recenten Dendrochiroten die vierarmigen Kalkkörper der *Cucumaria (Echinocucumis) adversaria* dar, die sich freilich wieder in anderen Punkten von jenen fossilen Gebilden unterscheiden. Es ergibt sich aber daraus die Möglichkeit, dass diese Reste von einer dendrochiroten Form herrühren.

Etheridge hat schliesslich auch noch undurchlöcherte, parallel gestreifte, am Rande gesägte Körperchen beschrieben, die mir überhaupt gar nichts mit Holothurien zu thun zu haben scheinen. Wenn er sich zu ihrer Erläuterung auf eine Figur von Düben u. Koren beruft, welche undurchlöcherte, unregelmässig zackig gerandete Kalkkörper der *Cucumaria frondosa* darstelle, so übersieht er, dass gerade diese Abbildung einen sehr zweifelhaften Werth hat, da kein anderer Forscher derartige Kalkgebilde bei der genannten Art wiederzufinden vermocht hat.

Mit Absicht bin ich über die Etheridge'schen Angaben etwas ausführlich geworden, weil mir darum zu thun war zu zeigen, was für

unsichere Ergebnisse herauskommen, wenn der Paläontologe mehr, als er zu beweisen in der Lage ist, in seine Funde hineindeutet und zugleich keine genaue Kenntniss der lebenden Formen besitzt. Dass derartige Ergebnisse für die Errichtung phylogenetischer Speculationsgebäude ein Boden wie Sand sind, bedarf weiter keines Nachweises.

Einige Jahre später als Etheridge hat Počta (206)die Aufmerksamkeit auf einige unregelmässig umgrenzte, durchlöcherte Kalkplättchen gelenkt, welche er in Schichten der böhmischen Kreideformation antraf. Die Plättchen sind 0,09—0,14 mm gross und sehr dünn; die Löcher sind ziemlich regellos gestellt. Er bezeichnet die Plättchen als „? *Psolus*“ und meint, dass sie den Kalkplatten des lebenden *Psolus phantapus* sehr nahe stehen. Mit ebensoviel Recht hätte er die ebenso grosse Aehnlichkeit dieser Plättchen mit gar manchen anderen Kalkgebilden der verschiedensten Echinodermen hervorheben können. Da sich derartige durchlöcherte Plättchen z. B. auch bei Echinoideen finden, so ist nicht einmal ihre Zugehörigkeit zu den Holothurien überhaupt gesichert, geschweige denn die von Počta angenommene Beziehung zu einer ganz bestimmten Gattung und Art. Aehnliche Kalkplättchen wie die von Počta gesehenen sind wahrscheinlich diejenigen, welche schon früher Nicholson*) aus posttertiären Schichten erwähnte und ebenfalls auf *Psolus* bezog**).

Wie Malagoli (162a) auf den Einfall kommen konnte ein rädchenförmiges Kalkscheibchen, welches aus italienischem Pliocän herrührte, als ein *Chiridota* Rädchen anzusehen und auch gleich mit einem Speciesnamen: *Ch. elegans*, zu bezeichnen, ist mir ganz unverständlich. Er beschreibt das Gebilde als eine kleine, runde Scheibe von 0,75 mm Durchmesser und 0,5 mm Dicke. Ein Randstreifen setzt sich deutlich von dem centralen Theile der Scheibe ab, umgibt denselben also ringförmig (wie ein Radkranz). Dieser Randstreifen besitzt ferner ringsum elf kleine Rippen oder Anschwellungen, die leicht gebogen sind und von beiden Flächen des ganzen Kalkkörperchens gesehen werden können. Der von dem Randstreifen (Ringe) umgebene Centraltheil des Körperchens ist von einer concav-convexen Platte ausgefüllt, welche nur in der Mitte von einer einzigen kreisrunden Oeffnung durchbrochen ist. In dieser Beschreibung stimmt schon die Grösse und Dicke nicht zu *Chiridota*-Rädchen; ferner fehlen die für die *Chiridota*-Rädchen charakteristischen Speichen, es fehlt die Bezahnung des Radkranzes, es fehlt die solide Nabe.

Am bemerkenswerthesten unter allen Nachrichten, welche wir bis jetzt über fossile Holothurien-Reste erhalten haben, scheinen mir die Mittheilungen von Schlumberger***) zu sein. Derselbe beschreibt aus dem

*) Manual of Palaeontology, Edinburgh and London 1872, p. 135.

**) Auch in dem Catalogue of the Western Scottish Fossils (British Assoc. for the Advanc. of Sc. 1876, Glasgow) finde ich p. 129 aus posttertiären Ablagerungen des westlichen Schottland *Psolus phantapus* aufgeführt und dabei den Zusatz: „(Prof. Geikie)“. Ob und wo Geikie etwas Näheres darüber mitgetheilt hat, entzieht sich meiner Kenntniss.

***) Schlumberger, Note sur les Holothuridées fossiles du Calcaire Grossier. Bulletin de la Société géologique de France, 3. Sér., T. XVI, Paris 1888, p. 437, und: Seconde note

Pariser Eocän eine ganze Reihe von Kalkkörperchen, an deren Zugehörigkeit zu Holothurien kein Zweifel sein kann, und vertheilt sie auf nicht weniger als 25 neue Arten, von denen er 11 zu den Synaptiden, die 14 übrigen zu den Aspido- und Dendrochiroten rechnet. Die Kalkkörperchen, nach welchen er die 6 *Synapta*-Arten: *eocena, stueri, renifera, circularis, laevigata* und *truncata* aufstellt, gehören zweifellos in diese Gattung, denn es sind sowohl Ankerplatten als Anker, welche in Form und Grösse sich an recente *Synapta*-Arten anschliessen; die Ankerplatten gehören zu der S. 37 beschriebenen Sorte mit regelmässiger Form, Zahl und Anordnung der Löcher. In Betreff obiger 6 Arten aber ist zu bemerken, dass deren 4 auf nur je eine Ankerplatte, die fünfte auf zwei Ankerplatten gegründet sind; nur die Ankerplatten der Form *eocena* sind häufig gefunden worden. Dass seine Form *truncata* der *stueri* sehr nahe steht, ist ihm selbst schon aufgefallen. Die Form *renifera* scheint mir eine pathologische Doppelbildung einer Ankerplatte zu sein, wie solche auch bei lebenden Arten, z. B. *Synapta orsinii* Ludw., vorkommen. Die beiden Formen sechsspeichiger, mit gezähneltem Radkranz ausgestatteter Rädchen, auf welche Schlumberger seine beiden *Chiridota*-Arten *lanceolata* und *curriculum* gründet, scheinen auch mir sicherlich von zwei verschiedenen Arten dieser Gattung oder der Gattung *Trochodora* herzurühren. Für etwas grössere, sieben- bis neunspeichige Rädchen stellt er die neue Gattung *Theelia* auf. Abgesehen davon, dass ich kurz vorher den Namen *Theelia* (s. Anm. S. 89) schon an eine dendrochirote Gattung vergeben hatte, scheint mir Schlumberger's *Theelia* deshalb unbegründet, weil sie sich nur durch die 7—9-Zahl ihrer Radspeichen von den 6speichigen *Chiridota*-Rädchen unterscheidet; denn es werden bei recenten *Chiridota*-Arten mitunter 7- oder 9speichige Rädchen zwischen den regelmässig 6speichigen angetroffen. Ich bin demnach der Ansicht, dass die Rädchen der Schlumberger'schen *Theelia undulata*-Form ebenfalls in die Gattung *Chiridota* oder *Trochodota* gehören. 14—16speichige Rädchen mit etwa 22 einwärts gerichteten Zähnen am Radkranz verweist Schlumberger wohl mit Recht, unter Aufgabe des anfänglich von ihm aufgestellten *Genus Stueria*, in die Gattung *Myriotrochus* und vertheilt sie in dieser auf 2 Arten, *elegans* und *operculum*, von denen jene kräftigere, diese aber viel schwächere Zähne am Radkranze zeigt.

Alle übrigen von ihm aufgefundenen Kalkkörperchen stellen durchlöcherte, zum Theil mit einem Aufsatz ausgestattete Plättchen oder verästelte Körperchen dar, wie wir solche bei lebenden Aspido- und Dendrochiroten — aber was Schlumberger übersehen hat — auch bei lebenden Elasipoden und Molpadiiden kennen. Er fasst sie alle unter dem Sammelnamen *Priscopedatus* zusammen, da er der Meinung ist, es handle sich in allen Fällen sicher um Reste von pedaten Holothurien — eine

---

sur les Hol. foss. Ebendort, T. XVIII, 1890, p. 191—206. Die zweite Mittheilung enthält zahlreiche Berichtigungen der ersten.

Ansicht, die deshalb nicht ganz zutreffend ist, weil auch bei manchen Molpadiiden, also apoden Formen, ähnliche Plättchen vorkommen. Er sondert seine *Priscopedatus*-Kalkkörperchen in 14 Arten: *irregularis, margaritatus, normani, pyramidalis, propinquus, multiforis, anceps, corolla, eiffeli, echinatus, crassus, inaequalis, aspergillum, cribellum.* Seine Formen *irregularis* und *margaritatus* stellen Kalkkörperchen dar, die bei lebenden Holothurien in Combination mit stühlchenförmigen Kalkkörpern vorkommen können, und es erhebt sich demnach die Frage, ob sie nicht mit irgend welchen anderen der von ihm unterschiedenen, z. Th. deutlich stühlchenförmigen *Priscopedatus*-Formen zur selben Art zusammen gehören. Die Formen *normani, pyramidalis, multiforis, eiffeli, echinatus, crassus, aspergillum,* weniger deutlich auch die Formen *propinquus, anceps* und *corolla*, stellen stühlchenförmige Kalkkörperchen dar, welche zunächst an die der Aspidochiroten erinnern, aber auch unter den Dendrochiroten nicht ohne Vergleichsstücke sind; die Formen *inaequalis* und *cribellum* weisen zunächst, aber wieder nicht ausschliesslich, auf die Dendrochiroten hin. So ergibt sich im Ganzen, dass die verschiedenen *Priscopedatus*-Formen nicht einmal der Familie, geschweige denn der Gattung nach eine ganz sichere systematische Einordnung gestatten. Auch ist nicht ausgeschlossen, dass mehrere derselben zu einer Art zusammen gehören; so z. B. könnte die Form *cribellum* möglicherweise ein mangelhaft ausgebildetes Stühlchen der *aspergillum*-Form sein u. s. w. Schliesslich bildet Schlumberger noch ein verästeltes Gebilde ab, welches er rundweg für ein Spiculum eines Schwammes erklärt, welches aber seiner Form nach meines Erachtens recht wohl zu Holothurien gestellt werden könnte, denn es erinnert in ganz auffallender Weise an die Kalkkörper der *Thyone rosacea* Semp.

Ueberblickt man schliesslich Alles, was über fossile Holothurienreste bekannt geworden ist, so kann man es dahin zusammenfassen, dass solche Reste aus dem Kohlenkalk, dem Jura, der Kreide und dem Tertiär vorliegen, aber keine sichere Bestimmung nach Art, Gattung und Familie gestatten; nur die eocänen Synaptidenreste, welche Schlumberger beschrieb, machen davon eine Ausnahme, da sie sich mit einiger Sicherheit auf die Gattungen *Synapta, Chiridota* (oder *Trochodota*) und *Myriotrochus* beziehen lassen. Dass bei diesem Stande der Sache die Paläontologie der Holothurien für deren Phylogenie weder eine Grundlage noch eine Stütze darzubieten vermag, liegt auf der Hand. Nur das Eine lehrt sie uns, dass schon zur Zeit der Steinkohlenformation Holothurien lebten und sich später auch in den meso- und känozoischen Ablagerungen nachweisen lassen. Die Urholothurie, von der im folgenden Kapitel die Rede sein wird, muss also noch vor der Steinkohlenformation gelebt haben.

J. Phylogenie.

Es liegt nicht in meiner Absicht an dieser Stelle die Beziehungen der Holothurien zu den übrigen Klassen der Echinodermen zu erörtern. Dafür wird der geeignete Ort erst am Ende dieses Werkes gegeben sein. Hier kommt es zunächst nur darauf an, die Verwandtschaftsverhältnisse im Inneren der Holothurienklasse zu untersuchen und daraus eine Ansicht über die phylogenetischen Beziehungen der einzelnen Holothurienfamilien abzuleiten. Einen Versuch in dieser Richtung habe ich vor Kurzem schon einmal gemacht*). Da ich mich damals auf die Richtigkeit der Hamann-Semon'schen Ansicht, dass auch die Synaptiden radiäre Wassergefässe besitzen, verlassen hatte, später aber in Gemeinschaft mit Barthels**) mich von der Unrichtigkeit jener Auffassung überzeugte, so müssen meine damals geäusserten Anschauungen gewisse Modificationen erfahren. Insbesondere kann ich mich den Ausführungen Semon's (237), nach welchen die Synaptiden keine degenerirten Formen sein sollen, nicht länger anschliessen, denn Barthels und ich haben durch zahlreiche Schnittserien an sorgfältig conservirtem Material den ganz bestimmten Nachweis erbringen können, dass bei erwachsenen Exemplaren von *Synapta inhaerens*, *digitata*, *orsinii*, *vittata*, *Chiridota rufescens*, *pisanii*, *Myriotrochus rinkii* jede Spur der radialen Wasserkanäle geschwunden ist; es müssen also diese Kanäle, da sie bei den Jugendformen der Synaptiden vorhanden sind, später eine vollständige Rückbildung erfahren haben.

Um zu einer bestimmten, wenn auch nur hypothetischen Meinung über die phylogenetischen Beziehungen der Holothurienfamilien zu einander zu gelangen gehen wir am besten von den Molpadiiden aus. Dieselben bilden eine in sich geschlossene, gut abgegrenzte, natürliche Gruppe, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass sie keine Füsschen, wohl aber Kiemenbäume besitzt. In jenem Merkmale stimmen die Molpadiiden mit

*) In meiner Abhandlung: *Ankyroderma musculus* (Risso), eine Molpadiide des Mittelmeeres, nebst Bemerkungen zur Phylogenie und Systematik der Holothurien. Zeitschrift f. wissensch. Zool., Bd. 51, 1891, p. 569—612.

**) Zoologischer Anzeiger 1891, Nr. 360, S. 117—119.

den Synaptiden, in diesem mit den Aspido- und Dendrochiroten überein, sodass man sich versucht fühlen könnte, in den Molpadiiden Uebergangsformen zwischen den Synaptiden einerseits und den Aspido- und Dendrochiroten andererseits zu sehen. Geht man aber näher auf ihre Organisation ein, so zeigt sich sehr bald, dass sie, wie schon Joh. Müller erkannt hatte, keine genaue Mittelstellung zwischen den genannten Familien einnehmen, sondern den füssigen Holothurien in vielen Beziehungen näher stehen als den Synaptiden, wofür namentlich auch der völlige Mangel der radialen Wasserkanäle bei den erwachsenen Synaptiden ein gewichtiges Zeugniss ablegt. Indessen glaube ich doch diese Joh. Müller'sche Ansicht dahin einschränken zu müssen, dass es unter den füssigen Holothurien nur die Dendrochiroten sind, zu welchen die näheren Beziehungen der Molpadiiden hinführen, während ihr Zusammenhang mit den Aspidochiroten, und wie wir gleich hinzusetzen können, auch mit den Elasipoden ein viel entfernterer ist. Vergleichen wir um das klar zu machen die einzelnen Organe der Molpadiiden mit denen der übrigen Familien.

1) Fühler. Die regelmässige Fühlerzahl der Molpadiiden ist 15. Die gleiche Zahl kommt bei den Aspidochiroten überhaupt nicht vor, wohl aber bei 2 Dendrochiroten-Gattungen (*Orcula, Theclia*) und einzelnen *Synapta*-Arten. In der Form freilich zeigen die Molpadiidenfühler grössere Aehnlichkeit mit den Synaptiden als mit den Dendrochiroten; doch scheint mir diese Aehnlichkeit ihren Hauptgrund in der Uebereinstimmung der Lebensweise zu haben und deshalb für die Aufklärung der Verwandtschaftsbeziehungen ohne besondere Bedeutung zu sein.

2) Fühlerkanäle. Wie bei allen anderen Seewalzen mit alleiniger Ausnahme der Synaptiden entspringen bei den Molpadiiden die Fühlerkanäle aus den Radialkanälen, bei den Synaptiden dagegen aus dem Ringkanal.

3) Radialkanäle. Dieselben sind bei den Molpadiiden, obschon sie keine Füsschen besitzen, ebensowohl vorhanden, wie bei den Aspidochiroten, Dendrochiroten und Elasipoden, während sie bei den Synaptiden durch eine postembryonale Rückbildung vollständig geschwunden sind. Daraus folgt, dass der Füsschenmangel der Molpadiiden und Synaptiden kein phylogenetisch gleichwerthiger ist. Wäre er bei jenen ebenso alt als bei diesen, so wäre nicht einzusehen, warum nicht auch die Radialkanäle bei den Molpadiiden dieselbe Rückbildung erfahren haben wie bei den Synaptiden. Die Sachlage wird aber sofort verständlich, wenn man annimmt, dass der Füsschenmangel der Synaptiden älteren Datums ist als der der Molpadiiden. Sind die Synaptiden älter als die Molpadiiden, so versteht man, dass bei ihnen dieselben Organe (die Radialkanäle) gänzlich geschwunden sind, welche bei den Molpadiiden sich noch erhalten haben, obschon sie auch hier durch den Mangel ihrer locomotorischen Anhänge (der Füsschen) bereits in die Reihe der rudimentären Organe einrücken. In demselben Sinne spricht auch die Verlagerung der Fühlerkanäle auf den Ringkanal der Synaptiden; denn wären die Molpadiiden

älter oder auch nur ebenso alt wie die Synaptiden, so müsste man erwarten, auch bei ihnen die Fühlerkanäle vom Ringkanal entspringen zu sehen, statt dass sie in ganz normaler Weise von den Radialkanälen abzweigen.

4) Kalkkörper der Haut. Durch die in der Gattung *Ankyroderma* vorkommenden Kalkkörper ist zwar eine Beziehung der Molpadiiden zur Gattung *Synapta* gegeben. Wenn man aber erwägt, dass die Anker keineswegs der ganzen Familie der Synaptiden, sondern auch hier nur der einen Gattung *Synapta* zukommen, so wird man Bedenken tragen müssen, im blossen Vorkommen der Anker das Zeichen einer nahen Blutsverwandtschaft der Molpadiiden mit den Synaptiden zu sehen. Ferner ist die Verbindung der Anker mit anderen Kalkkörpern (Ankerplatte bei *Synapta*, löffelförmige Kalkkörper bei *Ankyroderma*) und die Form des inneren Endes des Ankerschaftes bei *Ankyroderma* eine andere als bei *Synapta*, sodass man zu dem Schlusse gedrängt wird, es handle sich hier nur um eine convergirende, aber in ihrem Ursprunge getrennte Bildungsweise der Kalkkörper beider Gattungen. Vergleicht man dagegen die übrigen Kalkkörperformen der Molpadiiden mit denen der anderen Familien (s. S. 43), so ergibt sich im Grossen und Ganzen ein Anschluss derselben an diejenigen der Dendrochiroten.

5) Muskulatur der Körperwand. Da die Quermuskelschicht der Körperwand bei den Molpadiiden im Bereiche der Radien unterbrochen ist, so stehen sie in dieser Hinsicht in demselben Gegensatze zu den Synaptiden, in welchen sich die Aspido- und Dendrochiroten mitsammt den Elasipoden befinden. Die Synaptiden allein besitzen eine ununterbrochene Ringmuskulatur, sind aber dennoch durch Uebergänge (s. S. 61) mit dem Verhalten der übrigen Familien verknüpft. — Die Längsmuskeln der Leibeswand sind bei den Molpadiiden wie bei den Aspidochiroten der Länge nach getheilt. Da aber auch bei Dendrochiroten und Synaptiden Fälle von paarigen Längsmuskeln oder Anläufe dazu vorkommen, so scheint mir der Schluss nicht statthaft, dass jene Uebereinstimmung in der Längsmuskulatur auf eine engere Verwandtschaft der Molpadiiden mit den Aspidochiroten hinweise.

6) Rückziehmuskeln. Unter den Molpadiiden besitzt nur die Gattung *Molpadia* wohlausgebildete Rückziehmuskeln; doch kommen Andeutungen davon (s. S. 90, 353, 354), auch bei *Haplodactyla hyalocides* Sluit. und *Trochostoma arenicola* (Stimps.) vor. Aehnlich liegen die Verhältnisse in der Familie der Synaptiden, aus welcher mehrere Arten mit Rückziehmuskeln bekannt sind. Erwägt man nun, dass allen Aspidochiroten und Elasipoden die Rückziehmuskeln gänzlich fehlen, dagegen ebenso ausnahmslos den Dendrochiroten zukommen, so wird man in dem erwähnten vereinzelten Auftreten derselben bei den Molpadiiden und Synaptiden eine verwandtschaftliche Beziehung dieser beiden Familien zu den Dendrochiroten erblicken dürfen.

7) Kalkring. Durch die radialen Gabelschwänze und die eigenartigen Symmetrieverhältnisse*) des Kalkringes schliessen sich die Molpadiiden aufs engste an die Dendrochiroten an, während die Synaptiden durch die Vermehrung der Interradialstücke des Kalkringes (s. S. 81) eine ganz besondere Stellung unter den Holothurienfamilien einnehmen.

8) Fühlerampullen kommen ausser den Molpadiiden bekanntlich besonders den Aspidochiroten zu. Da aber auch den Synaptiden und Dendrochiroten homologe Gebilde (s. S. 124 u. 244) nicht ganz fehlen, so dürfte sich daraus ebensowenig wie aus dem weiter oben berührten Verhalten der Längsmuskulatur der Körperwand ein bestimmter Schluss auf eine besonders nahe Verwandtschaft der Molpadiiden mit den Aspidochiroten ziehen lassen.

9) Steinkanal. Zu einer vollständigen Ablösung des Steinkanales vom dorsalen Mesenterium, wie es für die Aspidochiroten Regel ist, scheint es bei den Molpadiiden niemals zu kommen; auch ist er immer nur in der Einzahl vorhanden. Im Baue seines Madreporenabschnittes schliesst er sich im Gegensatze zu den Aspidochiroten an die einfacheren Verhältnisse der Dendrochiroten und Synaptiden an.

10) Darm. Auch der Bau des Darmes gibt keine Anhaltspunkte für eine nähere Beziehung der Molpadiiden zu den Aspidochiroten. Die Muskulatur der Darmwand schliesst sich in ihrer Anordnung am nächsten an die Synaptiden und Dendrochiroten an.

11) Kiemenbäume. Ihr Besitz trennt die Molpadiiden scharf von den Synaptiden. Wie bei den Dendrochiroten, so kommt es auch bei den Molpadiiden vor, dass die Kiemenbäume nur schwach entwickelt sind.

12) Cuvier'sche Organe treten bei den Molpadiiden ebenso wie bei den Dendrochiroten nur in ganz vereinzelten Fällen auf, während sie den Synaptiden vollständig fehlen, bei den Aspidochiroten aber eine häufige Erscheinung sind.

13) Geschlechtsorgane. Die Lage der Geschlechtsöffnung stimmt bei den Molpadiiden zwar am meisten mit den Synaptiden überein, steht aber doch auch in keinem durchgreifenden Gegensatze zu den Dendrochiroten (s. S. 183—184). Eine Beschränkung der Genitalschläuche auf die linke Körperhälfte wie bei vielen Aspidochiroten und Elpidiiden ist bei keiner Molpadiiden-Art bekannt.

14) Das Blutgefässsystem des Darmes erreicht bei den Molpadiiden niemals die Höhe der Complication, welche ihm bei den Aspidochiroten eigen ist.

Ueberblickt man diese 14 Punkte, so muss man meines Erachtens zu dem Ergebnisse gelangen, dass keine andere Holothurienfamilie nähere Beziehungen zu den Molpadiiden besitzt als die Dendrochiroten. Würden wir einer dendrochiroten Holothurie mit

*) S. S. 87—88 und meine Bemerkungen über eine ostasiatische Caudina, Zoolog. Anzeiger, Nr. 365, 1891.

15 nur schwach vergabelten Fühlern und gabelschwänzigen Radialstücken des Kalkringes begegnen, welche unter Festhaltung ihrer übrigen Familienmerkmale keine Füsschen entwickelt, dafür aber ihre sonst nur angedeuteten Fühlerampullen besser ausgebildet hätte, so würden wir kein Bedenken tragen sie der Familie der Molpadiiden einzuordnen. Dagegen ist die Kluft zwischen den Molpadiiden und den Synaptiden sowie zwischen diesen letzteren und den Dendrochiroten eine viel grössere als zwischen den Dendrochiroten und den Molpadiiden. Von den Synaptiden sind die Molpadiiden trotz der negativen Uebereinstimmung im Mangel der Füsschen geschieden durch den wesentlich anderen Bau des Kalkringes und durch den Ursprung der Fühlerkanäle aus den radialen Wassergefässen, durch den Besitz der Kiemenbäume und das Fehlen der Wimpertrichter, endlich auch durch das freilich seltene Auftreten Cuvier'scher Organe. Durch dieselben Merkmale sowie durch den Besitz der Füsschen trennen sich die Dendrochiroten von den Synaptiden. Gleichwohl gibt es im Baue der Synaptiden einige Verhältnisse, welche darauf hinweisen, dass sie ebenso wie die Molpadiiden mit den Dendrochiroten näher verwandt sind als mit den Aspidochiroten; als solche erscheinen mir: das Auftreten der Rückziehmuskeln, der Bau des Steinkanals, die Anordnung der Muskulatur der Darmwand und — was aber nur für die Synaptiden, nicht auch für die Molpadiiden zutrifft — die schwache Ausbildung der Fühlerampullen.

Auf diese Weise ergibt sich schliesslich die Vorstellung, dass die drei Familien der Dendrochiroten, Molpadiiden und Synaptiden zwar einer gemeinschaftlichen Wurzel entsprossen sind, dass aber die Dendrochiroten den Hauptstamm darstellen, welcher frühzeitig einen ersten Nebenast in Gestalt der Synaptiden und später einen zweiten Nebenast in Gestalt der Molpadiiden abgab. Die Uebereinstimmungen zwischen den beiden Nebenästen lassen sich durch die Annahme verständlich machen, dass es ähnliche Abänderungen in der Lebensweise und darauf gerichtete Anpassungen waren, welche die Abtrennung der Nebenäste von dem Hauptstamme herbeigeführt haben. Die Verschiedenheiten zwischen den beiden Nebenästen aber lassen sich durch die weitere Annahme erklären, dass ihre Abspaltung vom Hauptstamme zu verschiedener Zeit stattgefunden hat; wenn der Dendrochirotenstamm schon älter war bei der Abgabe des Molpadiidenastes als bei Abgabe des Synaptidenastes, seine Merkmale also zu jener Zeit auch schon schärfer und starrer geworden waren als zu dieser, so mussten die beiden Nebenäste in ungleichem Maasse von dem Hauptstamme abweichen und zwar der ältere (Synaptiden) mehr als der jüngere (Molpadiiden).

Fragen wir nun weiter, wie sich die Aspidochiroten zu den drei eben erörterten Familien verhalten, so stellt sich zunächst eine ganze Reihe von Punkten heraus, in denen sich die Aspidochiroten von allen jenen drei anderen Familien unterscheiden. Solche sind: 1) die besondere,

complicirtere Ausbildung des Madreporenabschnittes des Steinkanals; 2) der völlige Mangel von Rückziehmuskeln; 3) die häufige Rückbildung der rechtsseitigen Genitalschläuche; 4) die mächtige Entwicklung der Kiemenbäume und des Blutgefässsystemes; 5) das Vorwalten der Stühlchen- und Schnallenform bei den Kalkkörpern der Haut; 6) das wechselnde Lageverhältniss der Längs- und Ringmuskulatur der Darmwand; 7) das häufige Auftreten wohlentwickelter Cuvier'scher Organe; 8) die eigenartige Form der Fühler. Dagegen stimmen die Aspidochiroten mit den Dendrochiroten darin überein und stellen sich eben dadurch zugleich in Gegensatz zu den Molpadiiden und Synaptiden, dass sie wohlentwickelte Füsschen besitzen; doch zeigen die Füsschen selbst bei den Aspidochiroten eine grössere Mannigfaltigkeit der Form als bei den Dendrochiroten. Mit den Molpadiiden haben die Aspidochiroten die gute Ausbildung der Fühlerampullen gemein, mit den Molpadiiden und Dendrochiroten die regelmässig zehntheilige Gestaltung des Kalkringes, den Besitz von Kiemenbäumen und den Mangel der nur bei den Synaptiden vorkommenden Wimpertrichter.

Will man alle diese Beziehungen phylogenetisch verständlich machen, so erscheint mir die Annahme nothwendig, dass die Aspidochiroten einen zweiten Hauptstamm der Holothurien darstellen, der nur an der Wurzel mit dem anderen Hauptstamme, dem Dendrochirotenstamme, zusammenhängt. Die Spaltung des Wurzelstockes in diese beiden Hauptstämme muss meines Erachtens zu einer Zeit stattgefunden haben, in welcher die Holothurien noch keine Rückziehmuskeln, wohl aber Füsschen, einfache Fühler, Kiemenbäume und zehntheiligen Kalkring besassen.

Prüfen wir endlich auch noch die Verwandtschaftsbeziehungen der Elasipoden, so ist zunächst offenbar, dass an eine engere Verwandtschaft derselben mit den Synaptiden nicht gedacht werden kann. Ich verweise dafür auf das Vorkommen von Radialkanälen und Füsschen bei allen Elasipoden, auf den Ursprung ihrer Fühlerkanäle vom Ringkanal, auf die radialen Unterbrechungen der Quermuskulatur ihrer Körperwand, den Besitz eines rudimentären Kiemenbaumes, die Aehnlichkeit der Kalkkörper mit denen der Aspidochiroten u. s. w. In einem Punkte freilich haben die Elasipoden grössere Uebereinstimmung mit den Synaptiden als mit irgendwelch' anderen Holothurien. Das ist der Besitz von Gehörbläschen an den Radialnerven. Wenn man aber überlegt, dass schon Semper (238) bei einer Dendrochirote hörbläschenähnliche Gebilde wahrgenommen hat und es keineswegs unwahrscheinlich ist, dass weitere Forschungen auch noch bei anderen Holothurien, sei es nur in der Jugend oder auch im erwachsenen Thiere, derartige Organe ausfindig machen werden, so wird man in jener auffallenden Uebereinstimmung der Elasipoden mit den Synaptiden nur ein altes Erbtheil von der Urform erblicken können, aus welcher sich überhaupt die ganze Classe der Holothurien entwickelt hat.

Dass die Elasipoden auch nicht von den Molpadiiden abgeleitet

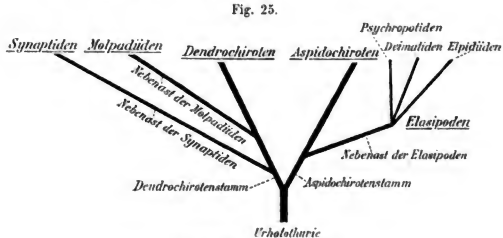
werden können, ergibt sich aus dem Besitze von Füsschen und dem gänzlichen Mangel von Rückziehmuskeln. Es fragt sich also nur noch, ob sie mit den Dendrochiroten oder mit den Aspidochiroten in näherem Zusammenhange stehen? Zu einer Entscheidung dieser Frage scheint mir nun schon in der äusseren Gestalt der einen Subfamilie ein Anhaltspunkt gegeben zu sein. Unter den Psychropotiden nämlich finden sich, besonders in der Gattung *Benthodytes*, Formen, welche in ihrem ganzen Habitus sofort an Aspidochiroten erinnern. Dazu kommt, dass alle Elasipoden mit den Aspidochiroten darin übereinstimmen, dass keine Rückziehmuskeln vorhanden sind. Ferner haben die Kalkkörper der Elasipoden (s. S. 43—45) ihre nächsten Beziehungen zu denen der Aspidochiroten. Auch die mehr oder weniger schildförmige Gestalt der Fühler (s. S. 98) deutet in dieselbe Richtung. Endlich sind es auch nur die Elasipoden, bei welchen dieselbe rechtsseitige Verkümmerung der Genitalschläuche wie bei den Aspidochiroten auftritt. Ich trage deshalb kein Bedenken, in den Elasipoden einen Nebenast des Aspidochirotenstammes zu erblicken, der sich von diesem hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass Kalkring und Steinkanal auf einem bei den Aspidochiroten vorübergehenden Jugendstadium stehen geblieben oder darauf zurückgesunken, Fühlerampullen und Cuvier'sche Organe nicht ausgebildet, dagegen die Kiemenbäume rückgebildet sind.

Wenn wir versuchen die im Vorstehenden auf vergleichend-anatomischem Boden entwickelten Anschauungen in einem Stammbaume zum Ausdruck zu bringen, so erhalten wir das folgende Bild:

Die Urform, aus welcher sich zunächst die beiden zu den jetzt lebenden Dendro- und Aspidochiroten hinführenden Hauptstämme entwickelt haben, besass jedenfalls schon eine Reihe von Merkmalen, durch welche sie sich als Holothurie kennzeichnete und von den übrigen Echinodermen unterschied. Sie war mit zehn einfach-cylindrischen, mit schwachen Ampullen ausgestatteten Fühlern versehen, deren Kanäle ebenso wie die auf die Radien beschränkten und mit Ampullen versehenen Füsschenkanäle aus fünf radialen Wasserkanälen entsprangen; sie besass ferner einen aus fünf radialen und fünf interradialen Stücken zusammengesetzten Kalkring; die Quermuskulatur ihrer Körperwand stellte eine ununterbrochene Ringmuskelschicht dar; die einfachen Längsmuskeln gaben noch keine Rückziehmuskeln ab; der einfache Steinkanal war im dorsalen Mesenterium festgelegt und stand mit der Aussenwelt in unmittelbarer Verbindung; die Geschlechtsschläuche waren symmetrisch zu beiden Seiten des dorsalen Mesenteriums entwickelt; den radialen Nerven sassen Gehörbläschen an; der Kiemenbaum und ein einfach angeordnetes Darmblutgefässsystem waren zur Ausbildung gelangt; der Darm nahm bereits den für alle jetzt lebenden Holothurien typischen Verlauf und die Haut war mit gitter-

förmigen, aus sechseckigen Maschen gebildeten Kalkplättchen erfüllt. Aus einer derartig gebauten Urholothurie, welche sich in keine der jetzt lebenden Familien ohne weiteres einordnen liesse, kann man durch die Annahme theils fortschreitender, theils rückschreitender Umbildungen alle jene Familien ableiten:

Fig. 25.



Stammbaum der Holothurien.

Wie der vorstehende Stammbaum andeutet, spalteten sich die Nachkommen der Urholothurie zunächst in die beiden Hauptstämme der Dendro- und Aspidochiroten. Die weiteren Umbildungen im Hauptstamme der Aspidochiroten bewegten sich in der Richtung, dass die Fühler schildförmig wurden, die Quermuskulatur der Körperwand im Bereiche der Radien Unterbrechungen erfuhr und die Geschlechtsschläuche in der rechten Körperhälfte Neigung zur Rückbildung erhielten. Von diesem Stamme zweigten sich die Elasipoden ab, indem sie die Anlagen zu Fühlerampullen und das einfache Blutgefässsystem der Urform nicht weiter entwickelten, den Kiemenbaum zurückbildeten und bis auf ein Rudiment verloren, dafür aber die Gehörbläschen und in vielen Fällen auch die directe Verbindung des Steinkanals mit der Aussenwelt beibehielten, ferner die Füsschen des Triviums in Form, Zahl und Anordnung anders ausbildeten als die des Biviums, in der Zusammensetzung des Kalkringes aber wieder Rückbildungen in der mangelhaften oder ganz fehlenden Ausbildung seiner Interradialstücke erfuhren. Nachdem sich die Elasipoden bereits abgezweigt hatten, gelangte der Hauptstamm der Aspidochiroten dadurch zu seiner heutigen Gestaltung, dass die schildförmige Fühlerform immer deutlicher ausgeprägt wurde, die Fühlerampullen zu kräftiger Ausbildung gelangten, die Füsschen in immer stärkerem Maasse auch auf die Interradien rückten, Kiemenbaum und Blutgefässsystem sich mässig entfalteten, die Längsmuskeln der Körperwand zweitheilig wurden, der Steinkanal in allen Fällen seine anfängliche Verbindung mit der Aussenwelt aufgab, seinen Madreporenabschnitt complicirter gestaltete und häufig auch unter Ablösung vom dorsalen Mesenterium eine Vermehrung seiner Zahl erfuhr, Cuvier'sche Organe auftraten, indessen die Gehörbläschen der Urform zurückgebildet wurden.

Im Hauptstamme der Dendrochiroten bewegten sich dagegen die Umbildungen der Urform in anderer Richtung, indem die Fühler der fieder- oder baumförmigen Gestalt zustrebten, von den Längsmuskeln sich Rückziehmuskeln abzuspalten begannen, die Geschlechtsschläuche aber ihre symmetrische Ausbildung unentwegt beibehielten. Von derartigen Holothurien trennte sich dann zunächst der Zweig der Synaptiden ab, welcher fiederförmige Fühler entwickelte, die Gehörbläschen der Urform beibehielt, der Füsschen und der Radialkanäle aber ganz verlustig ging, auch den Kiemenbaum einbüsste, dafür aber Wimpertrichter an der Wand der Leibeshöhle entwickelte, die directe Verbindung des Steinkanals mit der Aussenwelt aufgab und unter häufiger Vermehrung der Interradialstücke des Kalkringes die Ursprünge seiner sämmtlichen Fühlerkanäle auf den Ringkanal verschob. Nach Abgabe dieses Seitenzweiges, welcher sich in seiner vollen Ausgestaltung am weitesten von dem Baue der Urform entfernte, entwickelte sich der Dendrochirotenstamm weiter; die Quermuskulatur der Körperwand wurde wie im Aspidochirotenstamme radial unterbrochen, auch gab der Steinkanal ebenso wie in dem Seitenzweig der Synaptiden die Verbindung mit der Aussenwelt auf; der Kiemenbaum entwickelte sich weiter; die Gehörbläschen dagegen gingen verloren. Alsdann erst erfolgte die Abgliederung des Molpadiidenzweiges, in welchem die Füsschen rückgebildet wurden, die Fühler die einfache Gestalt, die sie bei der Urform hatten, beibehielten oder nur schwach fiederförmig weiter bildeten, die Fühlerampullen dagegen zu guter Entwicklung gelangten und die Längsmuskeln zweitheilig wurden. Der Hauptstamm aber fuhr fort sich zu den heutigen Dendrochiroten auszubilden, indem die Fühler baumförmige Gestalt annahmen, die Füsschen in den Radien und häufig auch in den Interradien zahlreich auftraten und die Rückziehmuskeln allgemein wohl ausgebildet wurden.

So gelangt man schliesslich im Ganzen zu der Vorstellung, dass die heutigen Aspidochiroten und Dendrochiroten gewissermaassen die typischen Seewalzen darstellen, welche sich zwar divergirend aus der Urform entwickelt haben, aber doch dieser Urform ähnlicher geblieben sind als die Abzweigungen der Elasipoden, Molpadiiden und Synaptiden, dass ferner die Synaptiden zwar eine sehr alte, aber auch zugleich die von der Urform am meisten abweichende Gruppe darstellen, dass endlich die Molpadiiden einen jüngeren Nebenzweig des Dendrochirotenstammes bilden als die Synaptiden, während die Elasipoden sich vom Aspidochirotenstamme abgetrennt haben.

Mit dieser Auffassung der phylogenetischen Beziehungen der Holothurienfamilien untereinander trete ich in einen bald grösseren, bald geringeren Gegensatz zu den Ansichten, welche andere Forscher vorgebracht haben. Semper (238) legte dem Vorhandensein oder Fehlen der Kiemenbäume eine andere phylogenetische Bedeutung bei als ich, indem er zu

der Meinung kam, dass die Urholothurie derselben gänzlich entbehrt habe; auch habe die Urform weder Füsschen noch Radialkanäle, wohl aber Fühler besessen. Dem widerspricht aber die Thatsache, dass bei allen actinopoden Holothurien die Fühler sich ausnahmslos als Anhangsgebilde der Radialkanäle entwickeln, ihre Anwesenheit also die Anwesenheit jener voraussetzt. Der Grund dafür, dass Semper seiner Urform eine viel einfachere Organisation gibt, als ich vorhin für die Urholothurie angenommen habe, liegt hauptsächlich darin, dass er sich von der unterdessen ganz aufgegebenen Annahme einer Verwandtschaft der Holothurien mit den Gephyreen nicht frei machen konnte und deshalb an seiner Urholothurie so lange vereinfachen musste, bis sie zu jener Verwandtschaft passte. Ebenso wie ich hält er die Synaptiden für den ältesten Zweig am ganzen Baume der Holothurien, hält aber im Gegensatze zu mir ebendiesen Zweig auch für den ursprünglichsten, der der Urholothurie am ähnlichsten geblieben sei; gerade diejenigen Punkte in der Synaptiden-Organisation (Fehlen der Kiemenbäume, Mangel der Radialkanäle und der Füsschen) hält er für ursprüngliche, welche mir als secundäre Abänderungen, insbesondere Rückbildungen der ursprünglichen Gestaltung erscheinen. Aus synaptidenähnlichen Formen lässt er dann weiterhin die mit Kiemenbäumen ausgestatteten Holothurien entstehen und einen mächtigen Stamm bilden, aus welchem sich zuerst die Molpadiiden, dann die Dendro- und Aspidochiroten abzweigten. Die wesentlich andere, bedeutungsvollere Rolle, welche Semper's Stammbaum im Gegensatze zu dem von mir entworfenen den Synaptiden zuweist, beruht aber in letzter Linie auf der irrthümlichen Annahme, dass die Fühler der Holothurien überhaupt vom Ringkanale entspringen.

Die Entdeckung der Elasipoden gab Théel Veranlassung sich über deren Verwandtschaftsbeziehungen zu äussern. In dem ersten Theile seines Werkes (266) spricht er die Ansicht aus, dass die Elasipoden den *Pedata* näher stehen als den *Apoda*, aber doch von diesen beiden Gruppen auch wieder so verschieden seien, dass sie nur durch die Urform aller Holothurien mit ihnen in Verbindung stünden. Im zweiten Theile (267) aber geht er einen erheblichen Schritt weiter und nähert sich der oben von mir vorgetragenen Auffassung, indem er engere Beziehungen der Elasipoden zu den Aspidochiroten für möglich hält und der Vermuthung Raum gibt, dass beide einem gemeinsamen Stamme entsprossen seien. Im ausgesprochenen Gegensatze zu Semper lehnt er die Auffassung der Synaptiden als ursprünglicher Holothurienformen ausdrücklich ab und spricht der Urform der Holothurien, ebenso wie ich, ein wohlentwickeltes Wassergefässsystem mit Füsschen an den Radialkanälen und einem mit der Aussenwelt communicirenden Steinkanal zu. Ebenso wie ich hält er die Synaptiden und Molpadiiden für abweichende, durch Rückbildungen beeinflusste Gruppen. Wenn er aber dabei die Molpadiiden für noch älter ansieht als die Synaptiden, so scheint er die Abweichungen jener von den übrigen Holothurien zu überschätzen, die Abweichungen

der Synaptiden aber zu unterschätzen, was wieder dadurch veranlasst ist, dass ihm der scharfe Unterschied im Ursprunge der Fühlerkanäle der Synaptiden zu dem aller anderen Holothurien nicht klar geworden ist und dass er an der irrthümlichen Meinung festhält, ein Theil der Molpadiiden entbehre der Radialkanäle.

Den Semper'schen Standpunkt, dass die Synaptiden Urformen seien, nehmen dagegen wieder die beiden Sarasin*) ein. Der Unterschied ihrer Auffassung von derjenigen Semper's liegt aber einmal darin, dass sie die inzwischen entdeckten Elasipoden zwischen die *Pedata* und *Apoda* einschieben, zweitens darin, dass sie — freilich ohne es deutlich auszusprechen — in die Stammgruppe der *Apoda* nicht nur die Synaptiden, sondern auch die Molpadiiden rechnen**). Indessen scheinen sie auf die letztgenannte Familie überhaupt keine besondere Rücksicht genommen zu haben und unter den *Apoda* doch in erster Linie immer nur an die Synaptiden zu denken. Nach ihrer Ansicht sind die *Pedata* aus den Elasipoden und diese aus den *Apoda* entstanden. Als einzigen Grund für die Ableitung der *Pedata* aus den *Elasipoda* führen sie die grosse Aehnlichkeit an, welche junge Cucumarien, wie sie Selenka (231) dargestellt hat, mit Elasipoden besitzen, indem dieselben mit fünf Fühlern, fünf Radialkanälen, nach aussen geöffnetem Steinkanal und Füsschen an einem der Radialkanäle ausgestattet sind. Leider ist nun aber die Selenka'sche Darstellung, auf welche sich die beiden Sarasin berufen, gerade in dem hier wichtigsten Punkte vollständig falsch. Bei den jungen Cucumarien sind die Beziehungen der fünf primären Fühler zum Ringkanal und den Radialkanälen ganz andere als man nach Selenka glauben sollte; die Fühlerkanäle entspringen keineswegs aus dem Ringkanal, wie Selenka angibt, sondern aus den Radialkanälen und zwar in der sonderbaren, aber regelmässigen Vertheilung, dass der mediane ventrale und der linke dorsale Radialkanal je zwei Fühlerkanäle, der rechte dorsale Radialkanal nur einen Fühlerkanal, die beiden seitlichen ventralen Radialkanäle aber gar keine Fühlerkanäle abgeben***). Bei ihrem Vergleiche der Elasipoden mit jungen Cucumarien übersehen die Sarasin's aber auch den Umstand, dass bei Elasipoden stets mindestens 10 Fühler da sind, während die junge Cucumarie deren nur 5 besitzt, und dass wir keine Elasipodenform kennen, welche so wie die junge *Cucumaria* nur im mittleren ventralen Radius Füsschen trägt. — Um die Ableitung der Elasipoden von den *Apoda* zu begründen, führen die beiden Sarasin nur an, dass die Elasipoden ein Stadium mit 5 Fühlern, aber ohne Radial-

*) Paul und Fritz Sarasin, Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon, I. Bd., 3. Heft, Wiesbaden 1888, S. 140 u. 152.

**) Man muss das daraus schliessen, dass sie immer nur von den *Pedata*, *Elasipoda* und *Apoda* sprechen, also der Théel-Lampert'schen Eintheilung folgen, nach welcher die Molpadiiden zu den *Apoda* gehören.

***) Vergl. meine Mittheilung: Zur Entwicklungsgeschichte der Holothurien. Sitzungsberichte der Berliner Akademie 1891, Nr. X.

kanäle voraussetzen, ein solches Stadium aber in der Organisation der Synaptiden repräsentirt sei. Ich vermag weder das Eine noch das Andere zuzugeben. Da die Elasipoden actinopode Formen sind, so setzen sie durchaus keine Form voraus, welche ihre Fühlerkanäle statt von den Radialkanälen unmittelbar vom Ringkanal erhielt, und da alle Elasipoden fünf Radialkanäle und damit verbundene Füsschen besitzen, so ist gar kein Grund einzusehen, warum sie von Formen abgeleitet werden müssten, die der Radialkanäle ganz entbehrten. Und dass die Synaptiden derartige Formen sind, welche der Radialkanäle ermangeln, gilt nur für die erwachsenen Thiere, während die Jugendstadien dieselben besitzen.

Auch Semon, welcher in den letzten Jahren die Synaptiden zu einem besonderen Gegenstande seiner Studien gemacht hat, hält dieselben ebenso wie Semper und die beiden Sarasin nicht nur für alte, sondern auch für ursprüngliche Formen. In seiner ersten darauf bezüglichen Aeusserung (236) drückt er sich freilich darüber noch nicht so bestimmt aus wie später und steht noch auf einem Standpunkte, der sich dem von mir vertretenen nähert; denn er sagt: „So viel ist für mich sicher, dass die Synaptiden jedenfalls aus einer der Stammgruppe sehr nahe stehenden Familie, sei es durch Degeneration oder auch ohne dieselbe, entstanden sind und in vielen Punkten ursprünglicher sind als die jetzt lebenden pedaten Holothurien, ja selbst als die Elasipoden, die in mancher Hinsicht so alte Structureigenthümlichkeiten bewahrt haben.“ In seiner späteren grösseren Arbeit aber über die Entwicklung der *Synapta digitata* (237) schärft er seine Ansicht dahin zu, dass er die Synaptiden nicht mehr nur in einzelnen Punkten, sondern überhaupt für ursprüngliche Formen erklärt. Von einer Degeneration will er jezt bei den Synaptiden gar nichts mehr wissen, und weil sie keine hochgradig degenerirten Formen seien, müsse man sie für ursprüngliche halten. Das Zwingende dieser Folgerung kann man aber keineswegs zugeben. Denn wenn sie auch nicht die Spur einer Degeneration besässen, so könnten sie dennoch durch progressive Umbildungen sich sehr weit von der Urform entfernt haben. Es ist aber obendrein nicht richtig, dass sie keine Rückbildungen wichtiger Organe erfahren haben; denn die Radialkanäle, welche Semon auch bei den erwachsenen Synaptiden als vorhanden annimmt, sind bei denselben thatsächlich völlig geschwunden*). Der Gegensatz, in welchem die Synaptiden hinsichtlich des Ursprunges ihrer Fühlerkanäle zu allen anderen Holothurien stehen, ist auch Semon verborgen geblieben. Verführt durch die schon oben berührte und als irrthümlich bezeichnete Darstellung Selenka's von dem Verhalten der fünf Primärtentakel der *Cucumaria planci* glaubte er sich berechtigt seine entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen über die Primärtentakel und Radialkanäle der *Synapta* auf alle Holothurien übertragen zu dürfen und demgemäss in dem Verhalten der *Synapta* die ursprüngliche Form des Wassergefässsystems der Holo-

*) Vergl. die S. 446 angeführte Mittheilung von Barthels und mir.

thurien überhaupt zu erblicken. In Folge dessen ist er von der Vorstellung beherrscht, dass die Primärtentakel bei allen Holothurien aus dem Ringkanal entstehen, dass ihre Ursprungsstellen mit den zu den radialen Wassergefässen werdenden, angeblich secundären Ausstülpungen des Ringkanales abwechseln und dass demzufolge durch die Primärtentakel die wahren, den gleichnamigen Regionen der übrigen Echinodermen entsprechenden Radien des Holothurienkörpers bestimmt werden, während die Radialgefässe der Holothurien im Gegensatze zu allen anderen Echinodermen anfänglich eine interradiale und durch spätere Verschiebung eine adradiale Lagerung einnehmen. Den entwicklungsgeschichtlichen Nachweis, dass diese Vorstellung Semon's, die er zum Fundamente weiterer Speculationen gemacht hat, unhaltbar ist, werde ich in meiner ausführlichen Schrift über die Entwicklung der *Cucumaria planci* erbringen und verweise einstweilen auf meine diesbezüglichen vorläufigen Mittheilungen*). Von rein anatomischem Standpunkte aus widerspricht der Semon'schen Ansicht die Thatsache, dass die Fühler aller Dendrochiroten, Aspidochiroten, Elasipoden und Molpadiiden ihre Wassergefässäste ausnahmslos von den Radialkanälen und nie vom Ringkanal erhalten. Semon sucht diesem Einwand durch die Annahme**) zu begegnen, dass nur die fünf ersten Fühler bei den genannten vier Familien aus dem Ringkanal entspringen, aber im Laufe der späteren Entwicklung reducirt werden, um anderen, später auftretenden Fühlern Platz zu machen, die von den Radialkanälen abgegeben werden. Dieser Annahme liegt aber auch nicht eine einzige thatsächliche Beobachtung zu Grunde und im directen Gegensatze dazu sehe ich an meinen jungen Cucumarien die fünf Primärtentakel nicht verschwinden, sondern sich zu dauernden Tentakeln entwickeln.

Wie man sieht, spielen bei der ganzen Erörterung über die phylogenetischen Beziehungen der Holothurienfamilien die Synaptiden die Hauptrolle. Hält man wie Semper, die Sarasin's und Semon ihre Organisation für eine ursprüngliche, so muss man für die übrigen Holothurien ein synaptidenähnliches phylogenetisches Stadium voraussetzen, wenigstens so lange, als man wie bisher keinen triftigen Grund zur Annahme eines polyphyletischen Ursprunges der Holothurien hat. Die Entwicklungsgeschichte aber lehrt uns, dass keines der positiven besonderen Merkmale der Synaptiden (z. B. Ursprung der Fühlerkanäle aus dem Ringkanal, Vorkommen von Wimperbechern in der Leibeshöhle) auch nur vorübergehend in der Entwicklung anderer Holothurien auftritt. Die Ansicht, dass die übrigen Holothurien in ihrer Stammesgeschichte ein synaptidenähnliches Stadium durchlaufen haben, lässt sich aus den bis jetzt bekannten entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen ebensowenig begründen wie aus der Palaeontologie (vergl. S. 438—446). Die anatomischen und ent-

*) Zur Entwicklungsgeschichte der Holothurien. Sitzungsberichte der Berliner Akademie 1891, Nr. X u. XXXII.

**) R. Semon, Die Homologien innerhalb des Echinodermenstammes. Morphol. Jahrb., Bd. XV, 1889, S. 10.

wicklungsgeschichtlichen Verhältnisse der Synaptiden lassen vielmehr meines Erachtens keine andere Deutung zu, als dass sich diese Formen durch Degeneration ihrer Radialkanäle und Abgabe ihrer Fühlerkanäle vom Ringkanal, durch Vermehrung der Kalkringstücke und Erwerb der Wimperorgane sehr weit von der Stammform entfernt haben. Bei dieser Deutung hat es nichts Auffälliges, dass wir in der Entwicklung anderer Holothurien keinen Synaptidenmerkmalen begegnen. Die Synaptiden hängen eben nur an ihrer Wurzel mit den anderen Holothurien zusammen, sind aber im Uebrigen ihren eigenen Weg gegangen, der sich auch in der von mir (S. 315 u. 326) vorgeschlagenen systematischen Anordnung der Holothurien ausspricht. Zu dieser Anordnung habe ich berichtigend und ergänzend zu bemerken, dass nach den mehrfach angeführten Untersuchungen von Barthels und mir die Paractinopoden (= Synaptiden) sich noch schärfer, als ich damals meinte, von den Actinopoden trennen, denn nicht nur ein Theil ihrer Fühlerkanäle, sondern sie alle entspringen aus dem Ringkanal, während die Radialkanäle rückgebildet sind. Die Diagnose der *Paractinopoda* auf S. 326 u. 355 ist also dahin zu ändern, dass sie lautet: Die äusseren Anhänge des Wassergefässsystemes entspringen vom Ringkanal und treten nur in Gestalt von Fühlern im Umkreis des Mundes auf; Radialkanäle fehlen den erwachsenen Thieren.

D[r]. H. G. BRONN'S
Klassen und Ordnungen
des
THIER-REICHS,
wissenschaftlich dargestellt
in Wort und Bild.

Zweiter Band. Dritte Abtheilung.
Echinodermen (Stachelhäuter.)

Begonnen von
Dr. **Hubert Ludwig**,
Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bonn.

Fortgesetzt von
Professor Dr. **Otto Hamann**
in Berlin.

II. Buch. Die Seesterne.
Mit 12 Tafeln sowie 13 Figuren im Text.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1899.

Inhaltsverzeichniss des zweiten Buches.

(Text S. 461—622 von Ludwig, S. 623 bis Ende von Hamann.)

Druckfehler-Berichtigung.

S. 656 Zeile 10 von oben statt *multiformis* . . . *multifora*.

S. 684 Zeile 7 von oben statt *basilia* . . . *basilica*.

S. 701 Zeile 3 von unten statt *militaris* . . . *miliaris*.

S. 701 Zeile 3 von unten statt *multifera* . . . *multifora*.

In der Erklärung zu Tafel IX ist nachzutragen: Fig. 11. Epithelmuskelzellen aus der Leibeshöhle einer Larve von *Asterina gibbosa* (Mac Bride).

II.*) Klasse.

Asteroidea, Seesterne.

In der Richtung der senkrecht stehenden Hauptaxe mehr oder weniger niedergedrückte, sternförmige bis fünfeckige Stachelhäuter, deren meist ziemlich breite und abgeflachte, kurze oder lange, stets einfache Arme in der Regel allmählich in den mehr oder weniger scheibenförmigen Körper übergehen, sowohl Blindsäcke des Darmes als auch Verlängerungen der Geschlechtsorgane umschliessen und an ihrer unteren Seite eine innere Doppelreihe von Wirbelstücken besitzen, die bei allen lebenden Arten paarweise angeordnet sind; Haut mit regelmässig angeordneten, oft bestachelten Kalkplatten; Mund am unteren Ende der Hauptaxe gelegen, nicht von besonderen Fühlern umstellt; After annähernd am oberen Ende der Hauptaxe, nicht immer vorhanden; Füsschen stets vorhanden und auf eine an der Unterseite der Arme verlaufende, bis zum Munde reichende, offene Längsrinne (Ambulacralfurche) beschränkt; äussere Madreporenplatte vorhanden, in der Regel in der Einzahl, bei den lebenden Arten stets an der Oberseite des scheibenförmigen Rumpfes.

Allgemeiner Ueberblick.

Der fünfstrahlige Bauplan wird durch die Zahl und die gleiche Gestaltung der Arme zu deutlichem Ausdrucke gebracht. Indessen giebt es auch Seesterne, deren Armzahl mehr als fünf beträgt. Geht man von sternförmigen Arten aus, so kann man auf Grund der äusseren Betrachtung und zum Theil auch hinsichtlich der inneren Gestaltung den als Scheibe bezeichneten centralen Bezirk des Körpers als eine Vereinigung der der

*) Diese Reihenfolge der Klassen ist nur durch äussere Zweckmässigkeitsgründe bedingt und soll keinen Hinweis auf die verwandtschaftlichen Beziehungen der Klassen zu einander andeuten, auf welche erst im letzten Buche dieses Werkes eingegangen werden kann.

Hauptaxe zunächst gelegenen Armabschnitte ansehen. Die frei aus der Scheibe hervortretenden Armabschnitte, die man dann wohl auch als Arme im engeren Sinne bezeichnet, erscheinen verhältnissmässig um so länger, je kürzer der in die Scheibe eingetretene Abschnitt ist, und umgekehrt nimmt ihre relative Länge in demselben Maasse ab, in welchem die in der Scheibe vereinigten Abschnitte an Länge zunehmen. Der erste Fall führt in seiner höchsten Steigerung zu einem Gesammtaussehen, welches an das der Schlangensterne erinnert, während der andere Fall zu einer schliesslich rein pentagonalen Körperform hinleitet, an der sich Arme in dem vorhin angegebenen engeren Sinne kaum noch unterscheiden lassen. Legt man dagegen derartige fünfeckige statt der sternförmigen Formen der Betrachtung zu Grunde, so kann man die freien Arme als Ausbuchtungen oder Verlängerungen an den Ecken eines ursprünglich pentagonalen Körpers ansprechen. Bei beiden Betrachtungsweisen, ob man also von sternförmigen oder fünfeckigen Arten ausgeht, handelt es sich um eine Zusammensetzung des ganzen Thieres aus fünf congruenten, im Umkreis seiner Hauptaxe angeordneten Theilstücken. Nennen wir jedes derartige Theilstück ein Antimer, so bezeichnen wir damit dasselbe, was wir bisher Arm im weiteren Sinne nannten.

Eine für alle Fälle zutreffende Grenze zwischen dem Scheibenabschnitt und dem freien Armabschnitt eines jeden Antimers lässt sich nur künstlich ziehen. Verbindet man nämlich an fünfeckigen Arten die Mitten ihrer Seiten oder an den sternförmigen Arten die Punkte, in welchen die freien Arme zusammenstossen, durch gerade Linien, so erhält man ein Fünfeck, dessen Seiten die künstlichen Grenzlinien zwischen den Scheibenabschnitten und den freien Armabschnitten der Antimeren darstellen. Die Grenzlinien zwischen den Scheibenabschnitten der Antimeren bestimmen die interradialen Richtungen, während die radialen Richtungen durch die Linien bestimmt sind, welche die Hauptaxe mit dem äussersten Punkte der Antimeren verbinden. Die durch diese interradialen und radialen Linien und die Hauptaxe gelegten Ebenen sind die interradialen und radialen Hauptebenen. Für sich betrachtet weist jedes Antimer einen bilateral-symmetrischen Bau auf, dessen Medianebene mit der zu demselben Antimer gehörigen radialen Hauptebene identisch ist.

Die Haut besitzt zahlreiche, bald mehr, bald weniger regelmässig angeordnete Verkalkungen, welche entweder in Form zusammenstossender Kalkplatten oder als Theile eines kalkigen Balkennetzes auftreten. In beiden Fällen können die Kalkstücke eine glatte äussere Oberfläche besitzen oder sie tragen kleinere oder grössere Körnchen, Höcker, Knöpfchen, bewegliche oder unbewegliche Stacheln; als besondere Formen der kalkigen Hautanhänge unterscheidet man die Paxillen (paxilli), d. h. kurze, gedrungene Kalkstiele, die an ihrem freien Ende einen Besatz von kleineren Kalkstacheln tragen, und die als Pedicellarien bezeichneten Klappen- und Zangen-Apparate. Grössere Kalkplatten der Haut, welche bei vielen Gattungen den Rand der Scheibe und der Arme einnehmen, werden als

Randplatten bezeichnet; meistens treten sie in zwei übereinander gelegenen Reihen auf, welche als obere oder dorsale und als untere oder ventrale Randplatten unterschieden werden. Auf den Randplatten vorkommende Stacheln heissen Randstacheln (obere und untere). Die Armspitze wird von einer unpaaren sog. Terminalplatte eingenommen. An der Unterseite der Scheibe befindet sich in der Mitte der Mund, von dessen Umgebung für jedes Antimer je eine Längsrinne ausstrahlt, die in der ventralen Mittellinie des Armes bis zu dessen Spitze verläuft, die Füsschen beherbergt und desshalb Ambulacralfurche heisst. Die beiden Ränder einer jeden Ambulacralfurche sind von einer Reihe von Skeletplatten besetzt, die wegen dieser Lagerung den Namen Adambulacralplatten führen. Meistens tragen diese Platten eine bestimmte Anzahl regelmässig angeordneter Stacheln oder Papillen, die sog. Adambulacralstacheln (auch Adambulacralpapillen oder Furchenpapillen genannt). Räumt man die Füsschen aus einer Ambulacralfurche aus, so findet man im Grunde der Furche eine Längsreihe von wirbelartig mit einander verbundenen Kalkstücken, die in der Mittellinie des Armes dicht aneinander schliessen, rechts und links von der Mittellinie aber Lücken zwischen sich lassen, durch welche die zu den Füsschen gehörigen Füsschenampullen in das Innere des Armes aufsteigen. Jeder Wirbel besteht bei allen lebenden Arten aus einer rechten und linken Hälfte, die in der Medianebene des Antimers zusammenstossen und durch quere Muskeln beweglich verbunden sind; die Wirbelhälften werden auch als Ambulacralstücke bezeichnet. Unterhalb der Wirbelreihe befindet sich genau in der Medianebene des Antimers eine meist leistenförmig vorspringende Gruppe von Weichtheilen: zu innerst das radiale Wassergefäss, weiter nach aussen das radiale Blutgefäss, endlich zu äusserst, unmittelbar unter dem Epithel, der radiale Nerv. Die auf die Ambulacralfurche beschränkten Füsschen stehen zu beiden Seiten der eben erwähnten leistenförmigen Organgruppe und zwar in den meisten Fällen so, dass sie jederseits nur eine Längsreihe bilden; seltener sind sie jederseits in zwei Längsreihen geordnet, sodass alsdann die Ambulacralfurche nicht zwei, sondern vier Füsschenreihen beherbergt. In den meisten Fällen endigen die Füsschen mit einer wohlausgebildeten Saugscheibe, seltener entbehren sie derselben und endigen dann kegelförmig; stets stehen sie in Verbindung mit Füsschenampullen. Am äussersten Ende der Ambulacralfurche endigt das radiale Wassergefäss in einem unpaaren, füsschenartigen Gebilde, welches als Fühler benutzt wird und an seiner Basis eine Gruppe von dicht zusammengedrängten, rothen Augenflecken trägt. Am Wassergefässringe sind Poli'sche Blasen oft in grosser Zahl vorhanden. Der Steinkanal besitzt eine verkalkte Wand und meistens auch innere Faltenbildungen; er steigt interradial zur Rückenwand des Körpers empor um dort mit einer vielfach durchbohrten Madreporenplatte nach aussen zu münden. In der Regel besitzen die Seesterne besondere Athmungsorgane in Gestalt verdünnter, unverkalkter Hautausstülpungen, Kiemenbläschen oder Papulae genannt, welche

sich bläschenförmig besonders an der Rückenseite des Körpers erheben. Der Mund führt durch eine kurze Schlundröhre in einen geräumigen sackförmigen Magen, der das Innere der Scheibe zum grossen Theile einnimmt. In jeden Arm entsendet der Magen ein paar gelappte Blindsäcke, die man als die radialen Blinddärme bezeichnet im Gegensatze zu einigen kleineren, in schwankender Zahl auftretenden Darmaussackungen, die an der Rückenwand des Magens entspringen und ihrer Richtung entsprechend als interradiale Blinddärme benannt werden. Ein kurzer Enddarm und eine Afteröffnung sind nicht immer vorhanden; niemals liegt der After ganz genau in der Hauptaxe, sondern ist mehr oder weniger in interradialer Richtung verschoben. In jeder Interradialebene sind zwei Büschel von Geschlechtsschläuchen befestigt, welche bei völliger Entwicklung oft sehr weit in die Arme hineinreichen können. Entsprechend der Befestigungsstelle der Geschlechtsschläuche liegen auch deren Ausfuhröffnungen in interradialer Richtung und zwar in der Regel an der Rückenseite. Alle Seesterne sind getrennten Geschlechtes. Die Jungen durchlaufen meistens eine complicirte Metamorphose. Alle sind Meeresbewohner.

A. Einleitung.

I. Name und Inhalt der Klasse.

Da die mit frei hervortretenden Armen ausgestatteten Arten wie überhaupt so auch an den europäischen Küsten häufiger sind als die fünfeckigen Formen und in manchen Vertretern zu den gemeinsten Thieren der Strandfauna gehören, so sind sie der Küstenbevölkerung von alters her bekannt und haben durch einen sehr nahe liegenden Vergleich die Vulgärnamen: *ἀστήρ*, stella, stella marina, stella di mare, étoile de mer, starfish, Meerstern, Seestern erhalten. Alle diese Namen beziehen sich zugleich auf die heute als besondere Klasse unterschiedenen Schlangensterne oder Ophiuroidea, weil die Trennung dieser beiden Gruppen von einander erst bei einer genaueren Kenntniss ihrer Organisation als nothwendig erwiesen werden konnte und selbst jetzt noch von manchen Zoologen und Paläontologen nicht genügend gewürdigt und beachtet wird.

Die älteren Zoologen bedienten sich durchweg derselben vulgären Bezeichnungen und verstanden darunter ausser den echten Seesternen und den Schlangensternen auch noch die Comatuliden aus der Klasse der Crinoidea*). Linné und nach ihm Retzius fassten alle diese sternförmigen Stachelhäuter unter dem Gattungsnamen *Asterias* zusammen. Bei Cuvier treffen wir dieselbe Gattung zum Range einer Familie erhoben, für welche Lamarck die sprachlich unzulässige Bezeichnung *Stellérides* einführte, während Fleming sie *Asteriadae* nannte. Bei Goldfuss begegnen wir der bisherigen Familie zum ersten Male als einer Ordnung, die er *Asteriae* nennt. Auch bei Latreille hat sie den Rang einer Ordnung unter dem Namen *Asteroida*. Ebenso fassen Blainville und L. Agassiz die ganze, aus den echten Seesternen, den Schlangensternen und den Comatuliden gebildete Gruppe als eine einzige Ordnung auf, für welche sie den Lamarck'schen Namen *Stelleridea* (s. *Stellerida*, französ. *Stellérides*) festhalten — eine Auffassung, deren letzter Vertreter noch im Jahre 1871 (!) Schmarda zu sein scheint.

*) Nur ausnahmsweise begegnet man in der älteren Literatur dem Namen stella marina für Thiere, die überhaupt gar nicht zu den Echinodermen gehören. So hat Vallisneri im Jahre 1721 eine Abhandlung „De stella marina discoide“ (Ephem. Nat. Curios. Cent. 9 u. 10, p. 345—348) veröffentlicht, welche zwar in Carus und Engelmann's Bibliotheca zoologica unter den Seesternen aufgeführt wird und von da auch ihren Weg in Perrier's Literaturverzeichniss (Révision des Stellérides, 1875) gefunden hat, sich aber keineswegs auf einen Seestern, sondern auf eine Scheibenqualle bezieht, von deren Anatomie der Verfasser eine für die damalige Zeit sehr bemerkenswerthe Abbildung und Beschreibung giebt

Die Namenbildung *Asteroidea* tritt zuerst bei Blainville (der sie aber selbst später aufgiebt), bei Burmeister und weiterhin bei v. Siebold auf; Burmeister und v. Siebold verstehen aber darunter nur noch die echten Seesterne und die Ophiuroideen, nach Ausschluss der Comatuliden. Ebenso haben auch Müller und Troschel die Comatuliden ausgeschieden und fassen als Ordnung der *„Asterida“* nur noch die echten Seesterne und die Schlangensterne zusammen. In der Folgezeit ist dann die so verstandene Gruppe zum Range einer Klasse emporgestiegen, die meistens als *Asteroidea,* seltener nach Bronn's Vorgang als *Asterioidea* bezeichnet wird; von ihren beiden Ordnungen wird dann die der echten Seesterne bald *Asteriadae*, bald *Asteridae* oder *Asterida* oder *Asteriae,* bald auch *Stelleridae* genannt. Die Mehrzahl der neueren Forscher ist aber zu der übereinstimmenden Ansicht gelangt, dass die echten Seesterne als eine besondere Klasse von den ebenfalls eine besondere Klasse darstellenden Schlangensternen abgetrennt werden müssen und verstehen demnach unter dem Namen *Asteroidea* nur noch die echten Seesterne nach Ausschluss der Ophiuroideen. Manchmal wird für die so begrenzte Klasse auch die Namenbildung *Asterioidea* angewendet anstatt des älteren, kürzeren und sprachlich mindestens ebenso richtigen: *Asteroidea.* Fast nur die französischen Zoologen, und auch diese nicht ausnahmslos, halten an der Vox hybrida *Stelleridea* (*Stelleridae, Stelleroidea*) fest, meinen damit aber jetzt gewöhnlich auch nur noch die echten Seesterne ohne die Schlangensterne. Keinerlei Eingang haben sich die Benennungen *Canaliculata* (Latreille, 1825), *Cirrhigrada* (Forbes, 1841), *Lobistella* (Austin, 1842), und *Asteriactinota* (Bronn, 1860) verschafft.

Vergleicht man die heutige Klasse der *Asteroidea* ihrem Inhalte nach mit den von älteren und neueren Forschern aufgestellten systematischen Gruppen, so erhält man zugleich eine Uebersicht über ihre allmähliche Umbildung aus einer Summe von Arten zu einer Gattung und weiter zu einer immer höheren Kategorie des Systems. Die folgende Tabelle giebt der Kürze halber nur die wichtigsten darauf bezüglichen Daten.

Uebersicht der wichtigsten Synonyma der Klasse der Asteroidea.

Stellae marinae fissae Linck 1733.
Genus *Asterias* (pars) Linné 1858.
Genus *Asterias* Lamarck 1816.
Familia *Canaliculata* Latreille 1825.
Familia *Asteridea* Blainville 1822, 1830, 1834.

Familia *Asteridae* Burmeister 1837.
Subordo *Asteriae* Müller u. Troschel 1842.
Ordo *Asteroida* Gray 1840, 1848.
Ordo *Cirrhigrada s. Asteriadae* Forbes 1841.
Ordo *Asteridae* Lütken 1857.
Classis *Stelleridae* Perrier 1875, 1884.

II. Literatur.

(Auf die Nummern dieses einigermaassen vollständigen Literaturverzeichnisses wird im Texte in der Weise verwiesen, dass hinter dem Namen des Autors die betreffende Nummer, eingeklammert und mit arabischen Ziffern, beigefügt ist.)

(1) **Agassiz, A.**, Embryology of the Starfish, in: L. Agassiz, Contributions Nat. Hist. Unit. Stat. Vol. V. Cambridge 1864. 4°.

(2) —— On the Embryology of Echinoderms. Memoirs American Academy. Vol. IX. 1864. 4°. with 4 pl.

(3) —— Preliminary Report on the Echini and Starfishes dredged in deep water between Cuba and the Florida Reef. Bull. Mus Comp. Zool, Harvard College, Cambridge, Mass., Vol. I. No. 9. 1869, p. 253—308.

(4) —— Note sur la fertilisation artificielle de deux espèces d'étoiles de mer. Arch. zool. exp. et génér. III. 1874, p. XLVI.

(5) —— North American Starfishes. Mem. Mus. Comp. Zool., Harvard College, Cambridge, Mass. Vol. V. No. 1. 1877. 4°. with 20 pl.

(6) —— Bibliography to accompany "Selections from Embryological Monographs" II. Echinodermata. Bull. Mus. Comp. Zool., Harvard College, Cambridge, Mass., Vol. X. No. 2. 1882.

(7) —— Embryological Monograph of Echinoderms. Mem. Mus. Comp. Zool., Harvard College, Cambridge, Mass., Vol. IX. No. 2. 1883. 4°.

(8) —— Three Cruises of the United States Coast and Geodetic Survey Steamer "Blake". Vol. II (Boston und New York) Cambridge, Mass., 1888. 4°.

(9) **Agassiz, L.**, Ueber die Echinodermen. Oken's Isis 1834. Heft 3. p. 251—257.

(10) —— Prodrome d'une Monographie des Radiaires ou Échinodermes. Mém. soc. sc. nat. Neuchâtel. Vol. I. 1835, p. 168—199; auch in: Ann. scienc. nat. Paris, 2. Sér. Zool. T. 7. 1837, p. 257—296 und in: Froriep's Neue Notizen aus d. Gebiet d. Nat. u. Heilk. Bd. V. 1838, p. 305—311, 321—326.

(11) —— Zoologische Beobachtungen. Froriep's Notizen etc. III. Reihe, Bd. V. 1848. p. 145—148.

(12) —— Ueber die Entwicklung eines Seesterns. Müller's Archiv, 1851, p. 122—125.

(13) —— On the Homologies of Echinoderms. Proceed. Boston Society Natural History, Boston 1862, p. 235—238.

(14) **Alcock, A.**, Account of the Collection of Deep-sea Asteroidea. (Natural History Notes from H. M. Indian Marine Survey Steamer „Investigator".) Ann. Mag. Nat. Hist. (6.), Vol. XI., 1893, p. 73—121, Pl. IV—VI.

Alcock siehe auch **Wood-Mason.**

(15) **Aldrovandi, Ulyss.**, De animalculis insectis libri septem, Bononiae 1638.

Anthony siehe **Graham.**

(16) **Aristoteles**, Thierkunde, herausgegeben von H. Aubert und Fr. Wimmer, 2 Bde. Leipzig 1868, 8°.

Asbjörnsen, P. Chr., siehe **M. Sars.**

(17) **Audouin, V.**, Explication des planches d'Echinodermes etc. de l'Égypte et de la Syrie, in: Description de l'Égypte (Hist. nat.). Paris 1824. Fol. Siehe auch **Savigny.**

(18) **Aurivillius, Carl W. S.**, Hafsevertebrater från nordligaste Tromsöamt och Vestfinmarken. Bihang till K. Svensk. Vet.-Akad. Handlingar, Bd. XI, No. 4, Stockholm 1886 (Echinoderma, p. 47—51).

(19) **Ayres, W. O.**, Stephanaster elegans n. g., n. sp. Proc. Boston Soc. Nat. Hist., Vol. IV, 1851—1854, Boston 1854, p 118—119 (1851).

(20) **Barker-Webb, P.** et **Sabine Berthelot,** Histoire naturelle des îles Canaries. T. II; 2. partie (zoologie). Paris 1836—1844. 4°. Enthält: **Alcide D'Orbigny,** Mollusques, Echinodermes etc., recueillis aux îles Canaries par Webb et Berthelot, 1839 (p. 148—149, Echinodermen).

(21) **Barrelier(ius), Jac.,** Plantae per Galliam, Hispaniam et Italiam observatae. Accuranto Antonio de Jussieu. Paris 1714. Fol.

(22) **Barrett, Lucas,** Descriptions of four new species of Echinodermata. Ann. Mag. Nat. Hist. (2.), Vol. XX, 1857, p. 46—48, Pl. IV.

Barrett, siehe auch **M'Andrew.**

(23) **Barrois, J.,** Embryogénie de l'Asteriscus verruculatus, Journ. de l'Anat. et de la Physiol. par Robin et Pouchet, 1879, 8 pp. et 2 pl.

(24) **Barrois, Théod.,** Catalogue des Crustacés Podophthalmaires et des Échinodermes recueillis à Concarneau 1880. Lille 1882. 8°.

(25) —— Liste des Échinodermes recueillis aux Açores 1887. Revue biologique du Nord de la France, I. Lille 1888, p. 31—33, 69—75, 109—115.

(26) **Baster, Joh.,** Opuscula subseciva, observationes miscellaneae de animalculis et plantis quibusdam marinis, eorumque ovariis et seminibus continentia, Harlemi 1759—1765. 4°.

(27) **Baudelot, E.,** Études générales sur le système nerveux; contribution à l'histoire du système nerveux des Échinodermes. Arch. Zool. expér. etc. I. 1872, p. 177—216.

(28) **Bell, F. Jeffrey,** Note on the Characters of the Genus Crossaster, with the Description of a new Species. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 8, 1881, p. 140—142.

(29) —— Description of a new Species of the Genus Archaster from St. Helena. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 8, 1881, p. 440—441.

(30) —— Account of the Zoological Collections made during the Survey of H. M. S. "Alert" in the Straits of Magellan and on the Coast of Patagonia. Proceed. Zool. Soc. London 1881, p. 87—101, Pl. VIII—IX.

(31) —— Contributions to the Systematic Arrangement of the Asteroidea. Part. I. The Species of the Genus Asterias. Proceed. Zool. Soc. London 1881, p. 492—515, Pl. XLVII—XLVIII. Part. II. The Species of Oreaster, ibidem 1884, p. 57—87.

(32) —— Note on the Species of the Linnean Genus Asterias which are ascribed to Retzius. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 9, 1882, p. 166—168.

(33) —— Note on the Echinoderm-Fauna of the Island of Ceylon, together with some Observations on Heteractinism. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 10, 1882, p. 218—225.

(34) —— Descriptions of new or rare Species of Asteroidea in the Collection of the British Museum. Proceed. Zool. Soc. London 1882, p. 121—124, Pl. VI.

(35) —— Note on Asterias glacialis and the species allied thereto. Zool. Anzeiger 1882, p. 282—284.

(36) —— Descriptions of two new Species of Asteroidea in the Collection of the British Museum. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 12, 1883, p. 333—335.

(37) —— Report on the Echinodermata, collected by Mr. Francis Day in H. M. S. „Triton" off the Eastern Coast of Scotland in July 1882. Journ. Linn. Soc. London, Vol. XVII, 1883, p. 102—104.

(38) —— Echinodermata of the voyage of the „Alert", in: Report Zool. Collections Alert-Expedition, 1884.

(39) —— Report on a Collection of Echinodermata from the Andaman Islands. Proceed. Zool. Soc. London 1887, p. 139—145, Pl. XVI.

(40) —— Echinoderm Fauna of the Island of Ceylon. Scientific Transactions of the Royal Dublin Society (Series II) Vol. III, p. 643—658. Pl. XXXIX—XL. Dublin 1887.

(41) —— Notes on Echinoderms collected at Port Phillip by Mr. J. Bracebridge Wilson. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 2. 1888, p. 401—407.

(42) —— Report on a Collection of Echinoderms made at Tuticorin, Madras. Proc. Zool. Soc. London 1888, p. 383—389.

(43) —— Note on a remarkably large Specimen of Luidia from the Island of Mauritius. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 3, 1889, p. 422—423.

(44) —— Report of a Deep-sea Trawling Cruise off the S. W. Coast of Ireland under the Direction of Rev. W. Spotswood Green. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 4, 1889, p. 432—445, Pl. XVIII—XIX.

(45) —— Additions to the Echinoderm-Fauna of the Bay of Bengal. Proceed. Zool. Soc. London 1889, p. 6—7.

(46) **Bell, F. Jeffrey,** Is Asterias tenuispina Lam. a „British“ Species? Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 6, 1890, p. 424.

(47) —— On the generic name of Asterias sanguinolenta (Henricia). Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 6, 1890, p. 472—473.

(48) —— Stray Notes on the Nomenclature etc. of some British Starfishes. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 7, 1891, p. 233—235.

(49) —— A Note on Canon Norman's Remarks. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 7, 1891, p. 465.

(50) —— Asterias rubens and the British Species allied thereto. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 7, 1891, p. 469—479, Pl. 14—15.

(51) —— On the Arrangement and Inter-relations of the Classes of the Echinodermata. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 8, 1891, p. 206—215.

(52) —— Observations on a rare Starfish, Bathybiaster vexillifer. Proceed. Zool. Soc. London 1891, p. 228—231, Pl. XXIII—XXIV.

(53) —— On the Echinoderms collected off the West Coast of Ireland. Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society, 1892, p. 520—529, Pl XXIII—XXV.

(54) —— Notes on the Echinoderms collected by Mr. Bourne in Deep Water off the South-West of Ireland. Journal Mar. Biol. Assoc., New Ser., Vol. I, No. 3, 1892, p. 324—327.

(55) —— On the Characters and Variations of Pontonaster tenuispinus. Proceed. Zool. Soc. London 1892, p. 430—433, Pl. XXVI.

(56) —— Catalogue of the British Echinoderms in the British Museum (Natural History). London 1892. 8°.

(57) —— On the Echinoderms collected by the SS. „Fingal“ in 1890, and by the SS. „Harlequin“ in 1891 off the West Coast of Ireland. Scientific Proceed. Royal Dublin Society N. S. Vol. 7, 1892, p. 520—529, Pl. XXIII—XXV.

(58) —— On the Names or Existence of three Exotic Starfishes. Ann. Mag. Nat. Hist (6) Vol. 12, 1893, p. 25—29.

(59) —— On Odontaster and the Allied or Synonymous Genera of Asteroid Echinoderms. Proc. Zool. Soc. London 1893, p. 259—262.

(60) **Belon(ius) Petrus,** De aquatilibus libri II. Parisiis 1553. 8°.

Beneden s. **Van Beneden.**

Berthelot s. **Barker-Webb.**

(61) **Beunie, E. B. de,** Histoire naturelle de l'étoile marine. Mém. Acad. de Bruxelles T. I, 1780, (2. Édit.) p 234—237.

(62) **Billings, E.,** Figures and Descriptions of Canadian Organic Remains, in: Geol. Survey of Canada, Dec. III, 1859.

(63) —— Geological Survey of Canada; Palaeozoic Fossils; Vol. I, Montreal 1865. 8°.

(64) **Blainville, H. M. Ducrotay de,** De l'organisation des animaux ou principes d'anatomie comparée T. I, Paris 1822.

(65) —— Artikel: „Zoophytes“ in: Dictionnaire des sciences naturelles, T. 60, Paris 1830.

(66) —— Manuel d'Actinologie ou Zoophytologie; avec Atlas. Paris 1834. 8°.

(67) **Brandt, J. F.,** Prodromus descriptionis animalium ab H. Mertensio observatorum. Fasc. I, Petropoli 1835. 4°.

(68) —— Note sur une nouvelle espèce du genre Asterias (A. grandis), appartenant à la section des Solastérides. Bull. scientif. de l'Acad. St.-Pétersbourg. T. V, 1839, p. 186—187.

(69) —— Asterias helianthoides n. sp. L'Institut T. VIII, 1840, No. 316, p. 24—25.

(70) —— Bemerkungen über die Asteriden und Echiniden des Ochotskischen, Kamtschatkischen und Behringschen Meeres, in: Middendorff, A. Th. v., Reisen in den äussersten Norden und Osten Sibiriens II. Bd. 1 Th., p. 27—34. St. Petersburg 1851. 4°.

(71) **Braun, M.,** Verzeichniss der Echinodermen des Hafens von Mahon, Menorca. Sitz.-Ber. Dorpater Naturforscher-Gesellschaft. 1885, p. 307—310.

(72) **Bronn, H. G.,** und **F. Römer,** Lethaea geognostica. Stuttgart 1851—1856.

(73) —— Klassen und Ordnungen der Strahlthiere (Actinozoa), wissensch. dargestellt in Wort und Bild. (Klassen und Ordnungen d. Thierreiches 2. Bd.) Leipzig u. Heidelberg 1860. 8°.

(74) **Brooks, W. K.,** On the Early Stages of Echinoderms. J. Hopkins Univ. Circ. Vol. 10, 1891, p. 101, und in: Rep. National Acad. Sc. 1889, p. 12.

(75) **Bruguière**, Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature, contenant l'helminthologie, ou les vers infusoires, les vers intestins, les vers mollusques, etc., VII. Livr., Paris 1791, 4°.

(76) **Burmeister, Hermann,** Handbuch der Naturgeschichte. 2. Abtheilung, Zoologie. Berlin 1837. 8°.

(77) **Bury, H.,** Studies in the Embryology of the Echinoderms. Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 29, 1889, p. 409—449, Pl. 37—39.

(78) **Busch, Wilhelm,** Beobachtungen über Anatomie und Entwicklung einiger wirbellosen Seethiere. Berlin 1851. 4° mit 15 Taf.

Bütschli s. **Möbius.**

(79) **Carpenter, P. H.,** Notes on Echinoderm Morphology, No. V. On the Homologies of the Apical System, with some Remarks upon the Blood-vessels. Quart. Journ. Micr. Soc. Vol. 22, 1882, p. 1—16.

(80) —— Notes on Oreaster bulbiferus, Forbes, from the Upper Chalk, Bromley, Kent. Geol. Mag. New Ser. Dec. II. Vol. IX, 1882, p. 529—532, Pl. XII.

(81) —— On certain Points in the Anatomical Nomenclature of Echinoderms. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 6, 1890, p. 1—23.

(82) **Carus, J. V.,** Prodromus faunae mediterraneae, Vol. I, Stuttgart 1885. 8°.

Challenger s. **Report** und **Sladen.**

Chapeaux s. **Demoor.**

(83) **Chiaje, Stefano delle,** Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli. 4 Voll. Napoli 1823, 1825, 1828 und 1829.

(84) —— Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore. 5 Voll. Napoli, 1841.

(85) **Cole, A. H.,** Palaeaster eucharis Hall. Bull. Geol. Soc. Am. III, 1892, p. 512—514, Pl. XV.

(86) **Collin, J.,** Om Limfjordens tidligere og nuvärende Marine Fauna. Kjøbenhavn 1884.

(87) **Columna, Fab.,** Aquatilium et terrestrium aliquot animalium observationes. Romae 1616.

(88) **Compter, G.,** Einige Mittheilungen über Asterias cilicia Qu. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XIX, Jena 1886, p. 764—775, Taf. XXII u. XXIII.

(89) **Couch, Jonath.,** Remarks on some Species of Asterias found in Cornwall, in: Charlesworth's Magaz. Nat. Hist., N. Ser., Vol. 4, 1840, p. 32—34.

(90) **Coues, Ell.** and **H. C. Yarrow,** Notes on the Natural History of Fort Macon, N. C., and Vicinity, No. 5. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1878, P. II, p. 297—315.

(91) **Cuénot, L.,** Sur les fonctions de la glande ovoïde, des corps de Tiedemann et des vésicules de Poli chez les Astérides. Compt. Rend. T. 102, 1886, p. 1568—1569.

(92) —— Formation des organes génitaux et dépendances de la glande ovoïde chez les Asterides. Compt. Rend. 1887, Tom. 104, p. 88—90.

(93) —— Contribution à l'étude anatomique des Astérides. Arch. zool. expér. et génér. (2) T. V bis, 1888, 2. Mem., 144 pp. et 9 pl.

(94) —— Formation des produits génitaux par les glandes lymphatiques (Invertébrés); Assoc. franç. pour l'avancement des sciences; Congrès de Paris 1889, p. 581—585.

(95) —— Le système nerveux entérocoelien des Échinodermes. Compt. Rend. T. 111, 1890, p. 836—839.

(96) —— Sur le système madréporique des Échinodermes. Réponse à M. Hartog. Zool. Anzeiger, Bd. 13, 1890, p. 315—318.

(97) —— Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. 2. partie: Invertebrés. Arch. zool. expér. (2) T. IX, 1891. (Échinodermes, p. 613—641, Pl. 18.)

(98) —— Protozoairs commensaux et parasites des Échinodermes (Note préliminaire). Revue biologique du Nord de la France, 3. Année, 1891, p. 285—300, Pl. V.

(99) —— Études morphologiques sur les Échinodermes. Arch. biol. T. XI, 1891. p. 303—680, Pl. 24—31.

(100) **Cuvier, G.,** Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux, Paris 1798; auch in: Journ. de physique, de chimie et l'hist. nat. T. 46, Paris 1798, p. 370—384.

(101) —— Leçons d'anatomie comparée. 5 Voll. Paris, an VIII—XIV (1799—1805). 8°.

(102) —— Vorlesungen über vergleichende Anatomie, übersetzt u. mit Anmerkungen und Zusätzen vermehrt von J. F. Meckel. 4 Bde. 8°. Leipzig 1809—1810.

(103) **Cuvier, G.,** Le règne animal, distribué d'apres son organisation. T. IV. Paris 1817. 8°. (s. auch **Milne-Edwards.**)

(104) **Dalla Torre, K. W. v.,** Die Fauna von Helgoland. Jena 1889. 8°.

(105) **Dalyell, Sir John G.,** The Powers of the Creator displayed in the creation. 2 Vol. London 1851—58. 4°.

(106) **Danielssen, D. C.,** og **J. Koren,** Echinodermer fra den Norske Nordhavsexpedition, in: Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, 22. Bd., Christiania 1876, p. 45—83, Taf. I—V. — Ibidem 26. Bd., 1881, p. 177—194, mit 2 Taf. — Ibidem 27. Bd., 1882, p. 267—299, Taf. I—IV. — Ibidem 28. Bd., 1883, p. 1—10, Taf. I u. II.

(107) —— Asteroidea. (Norwegian North-Atlantic Expedition 1876—1878.) Christiania 1884. with 15 pl. and 1 map. fol.

Danielssen siehe auch **J. Koren** und **M. Sars.**

(108) **Demoor, Jean,** et **Marcellin Chapeaux,** Contributions à la physiologie nerveuse des échinodermes. Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver. (2) Deel 3, 1891, p. 108—169, Taf. 7.

(109) **Desjardins, Julien,** Note sur l'Astérie discoide et l'Astérie militaire de Lamarck. Ann. Sc. Nat. T. 20, 1830, p. 177—179.

(110) **Deslongchamps, Eudes,** Notes sur l'Astério commune. Ann. Sc. Nat. T. 9, 1825, p. 219—221.

(111) **Des Moulins, Charl.,** Catalogue déscriptif des Stellérides vivantes et fossiles observées jusqu'à ce jour dans le département de la Gironde etc avec 2 pl. Actes Soc. Linn. Bordeaux T. 5, 1832, p. 183—206.

(112) **Desor, E.,** On a new Echinaster from Boston harbour and its development. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 3, 1848, p. 11, 13—14, 17—18.

(113) —— Ueber die Entwicklung der Asterien. Müller's Arch. 1849, p. 79—83, Taf. II, Fig. 1—12.

(114) **Döderlein, L.,** Echinodermen von Ceylon. Zool. Jahrbücher, Abth. für Syst. Bd. III, Jena 1888, p. 821—846, Taf. XXXI—XXXIII.

(115) **Drescher, R.,** Ueber die Kreide-Bildungen der Gegend von Löwenberg. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch., Bd. XV, Berlin 1863, p. 291—366, Taf. VIII u. IX

(116) **Düben, M. W. von,** och **J. Koren,** Öfversigt af Skandinaviens Echinodermer. K. Vet. Akad. Handl. Stockholm (1844) 1846, p. 229—328, Tab. VI—XI.

(117) **Dujardin, F.,** et **H. Hupé,** Histoire naturelle des Zoophytes Échinodermes. Paris 1862, avec 10 planches. 8°.

(118) **Duncan, P. Martin,** and **W. Percy Sladen,** A Memoir on the Echinoderms of the Arctic Sea to the West of Greenland, London 1881, fol. with 6 plates.

(119) **D'Urban, W. S. M.,** The Zoology of Barents Sea Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 6. 1880. p. 253—277.

(120) **Durham, Herbert E.,** The Emigration of Amoeboid Corpuscles in the Starfish. Proc. Roy. Soc. 1888, Vol. 43, p. 327—330, Pl. III.

(121) —— Note on the Madreporite of Cribrella ocellata. Proc. Roy. Soc. 1888, Vol. 43, p. 330—332.

(122) —— On wandering cells in Echinoderms etc. Quart. Journ. Micr. Sc. (2). Vol. 33, 1891, p. 81—121, Pl. 1.

(123) **Duvernoy,** Mémoire sur l'analogie de composition et sur quelques points de l'organisation des Échinodermes. Mém. de l'Acad. des Scienc. de l'Institut de France, T. XX, Paris 1849, p. 579—640, avec 4 pl.

(124) **Eck, H.,** Ueber einige Triasversteinerungen. Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. 31, Berlin 1879, p. 254—281, Taf. IV.

(125) —— Trichasteropsis cilicia Quenst. sp. aus norddeutschem Muschelkalk. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. Bd. 37, 1885, p. 817—825, T. 34.

(126) **Ehrenberg,** Ueber die Akalephen des rothen Meeres etc. Abh. Ak. Wiss. Berlin aus 1835, Berlin 1837, p. 181—260.

(127) **Ellis, John,** and **Daniel Solander,** The Natural History of many curious and uncommon Zoophytes, London 1786. 4°. with 63 pl.

(128) **Engel,** Ueber einige neue Echinodermen des schwäbischen Jura. Jahr.-Hefte des Ver. f. vaterl. Naturkunde, Stuttgart, 48. Jahrg. 1892, p. 47—55, T. 2.

(129) **Etheridge, R.,** On the Occurrence of the genus Palaeaster in the upper Silurian Rocks of Victoria. Records Austr. Mus. Sydney Vol. 1, 1891, p. 199—200, T. 30. Fig. 16, 17.

(130) **Etheridge, R.,** A Monograph of the Carboniferous and Permo-Carboniferous Invertebrata of New South Wales, Part II. Echinodermata, Annelida and Crustacea. Mem. Geol. Surv. N. S. W. Palaeont. No. 5, 1892, p. I—X and 65—133, Pl. XII—XXII.

Etheridge R., siehe auch **Nicholson.**

Ewart siehe **Romanes.**

(131) **Fabricius, Otho,** Fauna groenlandica. Hafniae et Lipsiae 1780. 8°.

(132) **Fewkes, J. Walter,** On the development of the calcareous plates of Asterias. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, Vol. XVII, No. I. 1888, p. 1—56, pl. I—V.

(133) —— On the Serial Relationship of the Ambulacral and Adambulacral Calcareous Plates of the Starfishes. Proc. Boston Soc. Nat Hist Vol. 24, 1889, p. 96—108.

(134) **Field, G. W.,** Contributions to the Embryolgy of Asterias vulgaris. J. Hopkins Univ. Circ. Vol. 10, 1891, p. 101—103.

(135) —— The Larva of Asterias vulgaris. Quart. Journ. Micr. Science 1892, p. 105—128, Plat. XIII—XV.

(136) —— Echinoderm Spermatogenesis. Anat. Anzeig. VIII. Jahrg. 1893, p. 487—493.

(137) **Filippi, Ph. de,** Trois nouvelles espèces d'Astérides de la Mediterranée. Revue et Magasin de Zoologie par F. E. Guérin-Méneville. 2. Ser. T. XI. Paris 1859, p. 63—65.

(138) **Fischer, F.,** Echinodermen von Jan Mayen. (Die internationale Polarforschung 1882—1883. Die österreichische Polarstation Jan Mayen. III. Bd.) 10 pp., Wien 1886. 4°.

(139) **Fischer, Paul,** Échinodermes des côtes de la Gironde et sudouest de la France. Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux, T. XXVII (3. Ser., T. VII), 1869, p. 358—376.

(140) **Fleming, John,** History of British Animals. Edinburgh 1828. 8°. (2. Ed. London 1842.)

(141) **Fol, H.,** Sur le premier développement d'une Étoile de mer. Comptes rendus de l'Acad. de Paris, T. 84, 1877, p. 357—360.

(142) —— Sur quelques fécondations anormales chez l'Étoile de mer. Comptes rendus de l'Acad. de Paris, T. 84, 1877, p 659—661.

(143) —— Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux. 4°. avec 10 pl. Genève 1878—1879. (Mém. Soc. de Physique et d'Hist. Nat. de Genève, T 26.)

(144) **Forbes, Edw.,** On the Asteriadae of the Irish Sea. Memoirs of the Wernerian Society Edinburgh, T. VIII, P. 1, 1839, p. 114—129, with 2 pl.

(145) —— A history of British Starfishes and other animals of the class Echinodermata. London 1841. 8°.

(146) —— On a new British Starfish of the Genus Goniaster. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. XI, London 1843, p. 280—281, Pl. VII.

(147) —— On the Asteriadae found Fossil in British Strata. Mem. Geol. Survey of Great Britain, Vol. II, Part II, London 1848, p. 457—482.

(148) —— Figures and Descriptions illustrative of British organic Remains; Decade I and Decade III, in: Memoirs of the United Kingdom, 1849 und 1850.

(149) —— in: The Geology and Fossils of the Tertiary and Cretaceous Formations of Sussex by Fr. Dixon, 1850. New Edition by T. R. Jones, Brighton 1878.

(150) —— Monograph of the Echinodermata of the British Tertiaries. Palaeontol. Soc. London 1852, with 4 Taf. 4°.

(151) **Fredericq, Léon,** La digestion des matières albuminoides chez quelques invertebrés. Arch. zool. expér. et génér., T. VII (1878) 1879, p. 391—400.

(152) **Fraas, E.,** Die Asterien des weissen Jura von Schwaben und Franken, mit Untersuchungen über die Structur der Echinodermen und das Kalkgerüst der Asterien, in: Palaeontogr. Bd. 32, 1886, p. 227—261, Taf. 29 und 30.

(153) **Frenzel, Joh.,** Beiträge zur vergleichenden Physiologie und Histologie der Verdauung. Archiv f. Anat. u. Physiol. (Physiolog. Abtheil.), 1892, p. 81—114, Taf. III und IV.

(154) **Gasco, Fr.,** Intorno ad una nuova specie di Asteriscus. Bullettino dell' associazione dei naturalisti e medici per la mutua istruzione. Napoli 1870, No. 6, p. 86—90.

(155) —— Descrizione di alcuni Echinodermi nuovi o per la prima volta trovati nel Mediterraneo. Napoli 1876. 4°, con una tavola. (Rendiconto della Reale Accad. delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli; Anno XV, fasc. 2.)

(156) **Gaudry, A.,** Mémoire sur les pièces solides chez les Stellérides. Ann. sc. nat. 3. Sér. Zool., Paris, T. XVI. 1851, p. 339—379, Pl. 12—16.

(157) **Geinitz, H. B.,** Das Elbthalgebirge in Sachsen. Palaeontographica Bd. XX, 1. und 2. Theil, Cassel 1871 und 1872.

(158) **Gervais, P.,** Artikel: Astéries, in: Dictionnaire des sciences naturelles. Supplément, T. I, Paris 1840, p. 461—481.

(159) **Giard, Alfr.,** Sur certaines monstruosités de l'Asteracanthion rubens. Compt rend. T. 85. Paris 1877, p. 973—974.

(160) **Giebel, C. G.,** Bemerkungen über einige Astropecten-Arten. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 20, 1862, p. 324—326.

(161) —— Ueber monströse Seesterne Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd 20, 1862, p. 386.

(162) —— Characteristik des Stellaster equestris Müll. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 26, 1865, p. 474—475.

(163) —— Goniodiscus granulifer, ein neuer Seestern. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 52, 1879, p. 471—474.

(164) —— Ueber Echinaster solaris von Mauritius. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 53, 1880, p. 511.

(165) **Gmelin, J. F.,** Linnaei systema naturae. Editio XIII. Lipsiae 1788.

(166) **Goette, Al.,** Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Echinodermen. Zool. Anzeig. 1880, No. 59, p. 324—326.

(167) **Goldfuss, G. A.,** Handbuch der Zoologie. 1. Abtheilung, Nürnberg 1820. 8°.

(168) —— Petrefacta Germaniae. I. Theil Düsseldorf 1826.

(169) —— Ein Seestern aus der Grauwacke. Verh. Naturh. Ver. preuss. Rheinl. 5. Jahrg. Bonn 1848, p. 145—146, T. V.

(170) **Graber, V.,** Ueber die Empfindlichkeit einiger Meerthiere gegen Riechstoffe. Biolog. Centralbl. VIII. Bd., 1889, p. 743—754.

(171) **Graeffe, Eduard,** Uebersicht der Seethierfauna des Golfes von Triest. I. Die Echinodermen. Wien 1881. 8°. (Aus: Arbeiten des zoologischen Institutes zu Wien, III, 3.)

(172) **Graham, G., J. G. Anthony** and **W. P. James,** Two species of fossil Asterias in the blue Limestone of Cincinnati. Americ. Journ. Sc. 2. Ser. Vol. I, 1846, p. 441—442.

(173) **Gravenhorst, J. L. C.,** Tergestina, oder Beobachtungen und Untersuchungen über einige bei Triest im Meere lebende Arten. Breslau 1831.

(174) **Gray, John Edw.,** A Synopsis of the Genera and Species of the Class Hypostoma (Asterias Linnaeus.) Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. VI, London 1841, p. 175—184, 275—290 (p. 175—181 erschien November 1840, p. 275—290 December 1840).

(175) —— Descriptions of some New Genera and Species of Asteriadae. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. XX, London 1847, p. 193—204; auch in: Proc. Zool. Soc. London 1847, p. 72—83.

(176) —— in: Jukes, J. B., Narrative of the surveying voyage of H. M. S. Fly. Vol. 2. London 1847, Appendix IX, p. 339.

(177) —— List of the specimens of british animals in the collection of the British Museum. Part. I. Centroniae or radiated animals. London 1848.

(178) —— Synopsis of the Species of Starfishes, Echinodermata, in the British Museum. London 1866, with 16 pl.; 4°.

(179) —— Description of Platasterias, a new Genus of Astropectinidae from Mexico. Proc. Zool. Soc. London 1871, p. 136—137, Pl. IX.

—— List of Echinoderms collected by Robert M'Andrew in the Gulf of Suez in the Red Sea. Ann. Mag. Nat. Hist. (4) Vol. X, 1872, p. 115—125.

(180) **Greeff, Rich.,** Ueber das Verhalten von Seesternen in der Gefangenschaft. Sitz. Ber. Niederrh. Gesellsch. f. Nat. u. Heilk. Bonn 1868, p. 89—90.

(181) —— Ueber den Bau der Echinodermen. I. Mitth. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1871, p. 53—62.

(182) —— Ueber den Bau der Echinodermen. II. Mitth. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1872, p. 93—102.

(183) —— Ueber einige auf den canarischen Inseln (Lanzarote) aufgefundene Seesterne. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1872, p. 102—106.

(184) —— Ueber den Bau der Echinodermen. III. Mitth. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg, 1872, p. 158—172.

(185) **Greeff, Rich.,** Ueber die Entwicklung des Asteracanthion rubens vom Ei bis zur Bipinnaria und Brachiolaria. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1876, p. 34—37.

(186) —— Parthenogenesis bei den Seesternen. Ueber das Verschwinden des Keimbläschens und Keimflecks im Ei des Asteracanthion rubens. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1876, p. 83—87.

(187) —— Entwicklung von Asterias (Asteracanthion) rubens. Sitz.-Ber. Ges. Bef. ges. Naturw. Marburg 1879, p. 47—52.

(188) —— Echinodermen, beobachtet auf einer Reise nach der Guinea-Insel São Thomé. Zool. Anzeiger, 1882, p. 114—120, 135—139, 156—159.

(189) **Greenwood, M.,** On the action of nicotin upon certain invertebrates. Journ. Phys. Cambridge Vol. 11, 1890, p. 573—605.

(190) **Grieg, A. James,** Undersøgelser over dyrelivet i de vestlandske fjorde. II. Echinodermer, Annelider etc. fra Moster. Bergens Museums Aarsberetning 1888 (mit 1 Taf.). Bergen 1889.

(191) **Griffiths, A. B.,** Further Researches on the Physiology of the Invertebrata. Proc. R. Soc. London, Vol 44, 1888. p. 325—328.

(192) **Grisard, J.,** Étoiles des mer comme engrais. Bull. soc. nationale d'acclimatation de France (4) T. V. Paris 1888.

(193) **Grube, Ad. Ed.,** Aktinien, Echinodermen und Würmer des Adriatischen und Mittelmeeres. Königsberg 1840. 4°. Mit einer Tafel.

(194) —— Beschreibungen neuer oder weniger bekannter Seesterne und Seeigel. Nova Acta Ac. Caes. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XXVII, 50 pp. mit drei Taf. 1857.

(195) —— Diagnosen einiger neuen Echinodermen. Arch. f. Naturg. 1857, p. 340—344.

(196) —— Ein Ausflug nach Triest und dem Quarnero. Berlin 1861. 8°.

(197) —— Die Insel Lussin und ihre Meeresfauna. Breslau 1864, 8° mit einer Taf. und einer Karte.

(198) —— Ueber mehrere noch unbeschriebene oder doch nicht hinreichend bekannte Seesterne des Breslauer Museums. 42. Jahresbericht d. Schles. Ges. f. vaterländische Cultur, Breslau 1865, p. 51—53.

(199) —— Ueber einige neue Seesterne des Breslauer zoologischen Museums. 43. Jahresbericht d. Schles. Ges. f. vaterländische Cultur, Breslau 1866, p. 59—61.

(200) —— Mittheilungen über St.-Malo und Roscoff und die dortige Meeres-, besonders Anneliden-Fauna. Abh. Schles. Ges. f. vaterl. Cultur, Abth. f Naturw. und Medicin 1869—72, Breslau 1872, p. 75—146, mit 2 Taf.

(201) **Gualtieri, Nic.,** De stella marina quindecim radiis instructa epistola. Mem. di diversi valentuom. Tom. 2, 1744, p. 289—294.

(202) **Guerne, Jules de,** La provenance exacte des Stellérides nouveaux des campagnes de l'Hirondelle. Bull. soc. zool. France 1891, Paris, p. 263—265.

(203) **Haacke, Wilh.,** Ueber eine Abnormität am Darm von Asteracanthion rubens. Zool. Anz. 1879, p. 641.

(204) **Haeckel, E.,** Ueber die Augen und Nerven der Seesterne. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 10, 1860, p. 183—190, Taf. XI.

(205) —— Die Kometenform der Seesterne u. der Generationswechsel der Echinodermen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 30, Suppl. 1878, p. 424—445, Taf. XX.

(206) **Hagenow, F. v.,** Monographie der Rügen'schen Kreide-Versteinerungen. 2. Abth. in: Jahrbuch für Mineralogie etc. 1840.

(207) **Halfar, A.,** Die erste Asteride aus den palaeozoischen Schichten des Harzes. Jahrbuch d. kgl. preuss. geol. Landesanstalt für 1892. Berlin 1893, p. 186—199, Taf. X.

(208) **Hall, James,** Natural History of New-York. Paleontology, Vol. I. Albany 1847.

(209) —— 20. Report on the New-York State Cabinet of Natural History. Albany 1867, p. 282.

(210) **Hallez, Paul,** Dragages effectués dans le Pas-do-Calais. Revue biolog. du Nord de la France. T. IV, Lille 1892, p. 278.

(211) **Hamann, Otto,** Beiträge zur Histologie der Echinodermen. I. Die Holothurien (Pedata) und das Nervensystem der Asteriden. Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 39, 1883, p. 145—190, Taf. X—XII.

(212) —— Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 2. Die Asteriden, anatomisch und histologisch untersucht. Jena 1885, 8°, mit sieben Taf.

(213) **Hamann, Otto,** Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 46, 1887, p. 80—98, Taf. XI.

(214) —— Anatomie und Histologie der Ophiuren und Crinoideen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. 23, 1889, p. 233—388, Taf. XII—XXIII.

(215) **Hartlaub, Cl.,** Ueber die Arten und den Skeletbau von Culcita. Notes from the Leyden Museum XIV, 1892, p. 65—118, Pl. I and II.

(216) **Hartog, Marcus M.,** The True Nature of the „Madreporic System" of Echinodermata, with Remarks on Nephridia. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 20, 1887, p. 321—326.

(217) **Harvey,** The Loaf Starfish (Culcita.) Ann. Mag. Nat Hist. (4) Vol. 3, 1869, p. 324.

(218) **Heape, W.,** Echinoderma, in: Prelimin. Report upon the Fauna and Flora of Plymouth Sound (Journ. of the Marine Biological Association of the United Kingdom II, 1888, p 167—168).

Heider s. **Korschelt.**

(219) **Heilprin, Angelo,** Contributions to the Natural History of the Bermuda Islands. Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia 1888, Part. III, p. 302—328, Pl. XIV—XVI.

(220) **Heim, F.,** Sur les pigments tégumentaires de l'Astropecten aurantiacus. C. R. Soc. Biol. Paris, Tome 9, 1891, p. 837—839.

(221) **Heller, C.,** Ueber neue fossile Stelleriden. Sitz.-Ber. Wiener Akad. Math.-nat. Classe, Bd. 28, 1858, p. 155—170, mit 5 Tafeln.

(222) —— Untersuchungen über die Litoral-Fauna des adriatischen Meeres. Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Wien, math.-nat. Cl. Bd. 46. I. 1863, p. 415—448.

(223) —— Die Zoophyten und Echinodermen des adriatischen Meeres. Wien 1868. 8°. Mit drei Taf.

(224) **Hensen, V.,** Ueber eine Brachiolaria des Kieler Hafens. Arch. f. Naturgesch. 1863, p. 242—246; p. 363—364.

(225) **Herapath, W. B.,** On the Pedicellariae of the Echinodermata. Journ. of microsc. science. Vol. I, London 1865, p. 175—184, Pl. IV—V.

(226) **Herdman, W. A.,** Report upon the Crinoidea, Asteroidea, Echinoidea and Holothurioidea of the L. M. B. C. District. Liverpool Marine Biological Comittee Report, No. I, 1886. Proc. Lit. Phil. Soc. Liverpool, Vol. XL, Appendix, p. 131—139.

(227) —— An abnormal Starfish. Nature, Vol. 34, 1886, p 596.

(228) **Herklots, J. A.,** Échinodermes, peintes d'après nature par les soins de Kuhl, van Hasselt et Salomon Müller. Leiden 1868. Fol.

(229) **Hertwig, Oscar,** Weitere Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Morpholog. Jahrb. III, 1877, p. 271—279; IV, 1878, p. 156—175, Taf. VI—VIII.

(230) **Hodge, G.,** Catalogue of the Echinodermata of Northumberland and Durham. Nat. Hist. Transactions Northumberland and Durham. Vol. IV, P. 1, Newcastle 1871, p. 120—150, Pl. I—IV.

(231) **Hoeven, J. van der,** Handbuch der Zoologie. Leipzig 1850—1856.

(232) **Hoffmann, C. K.,** Zur Anatomie der Asteriden. Niederländisches Archiv für Zoologie, II. 1872, 1—32, Taf. I—II

(233) —— Crustacés et Échinodermes, in: Recherches sur la faune de Madagascar et de ses dépendances d'après les découvertes de François P. L. Pollen et D. C. Van Dam, V. Partie, 2. Livr. Leyde 1874.

(234) —— Echinodermen, gesammelt während der arctischen Fahrten des „Willem Barents" in den Jahren 1878 und 1879. Niederländ. Archiv f. Zool Supplement I, 1881—1882, p. 7—14.

(235) **Honeyman,** Nova Scotian Echinodermata. Proc. and Transact. Nova Scotian Institute of Natural Science of Halifax, Nova Scotia 1889, p. 253—259.

(236) **Horst, R.,** Naamlijst der tot de Nederlandsche fauna behoorende Echinodermata. Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging. 2. Serie, Deel I. Leiden 1885—87, p. 69—76, Pl. V.

(237) **Hoyle, W. E.,** On the Deep-water Fauna of the Clyde Sea-area. Journ. Linn. Soc. London, Vol. 20, 1889, p. 442—472.

Hupé s. **Dujardin.**

(238) **Hutton, F. W.,** Description of some new Starfishes from New-Zealand. Proc. Zool. Soc. London 1872, p. 810—812.

(239) **Hutton, F. W.,** Catalogue of the Echinodermata of New-Zealand. 8°. Wellington, New-Zealand 1872.

(240) —— Corrections and Additions of the Catalogue of New-Zealand Echinodermata (1872) in: Transact. and Proceed. New-Zealand Institute. Vol. 9 (1876), 1877, p. 362.

(241) —— Notes on some New-Zealand Echinodermata, with Descriptions of new Species. Transact. and Proc. New-Zealand Institute 1878, Vol. 11 (erschienen 1879) Wellington, Art. XXXI, p. 303—308.

(242) —— Notes on a Collection from the Aucklands Islands and Campbell Island. Ibidem, Art. XXXVIII, p. 337—343.

(243) **Jves, J. E.,** On two new species of Starfishes. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1888, Part. III, p. 421—424.

(244) —— Catalogue of the Asteroidea and Ophiuroidea in the Collection of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Proc Acad. Nat. Sc. Philadelphia for 1889, p. 169—179.

(245) —— Echinoderms from the Northern Coast of Yucatan and the Harbor of Vera Cruz. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1890, 317—340, Pl. VIII.

(246) —— Echinoderms and Arthropods from Japan. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1891, p. 210—223, Pl. VII—XII.

(247) —— Echinoderms from Bahamas Islands. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1891, p. 337—341, Pl. XVI.

(248) —— Echinoderms and Crustaceans collected by the West Greenland Expedition of 1891. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1891, p. 479—481.

James, siehe **Graham.**

(249) **Jatta, Gius.,** Sulle forme che assume il nucleo vitellino delle Asterie e di alcuni ragni. Atti Accad. Napoli, Vol. IX., 1882, 12 pp., 1 Tav.

(250) **Jickeli, Carl F.,** Vorläufige Mittheilung über das Nervensystem der Asteriden. Zool. Anzeiger, Bd. XI, 1888, p 339—342.

(251) **Johnston, G.,** Illustrations in British Zoology. Loudon's Magaz. Nat. Hist. Vol. 9, 1836, p. 144—147: On Asterias rubens and A. Johnstoni Gray. p. 298—300: On Asterias auranciaca and A. endeca. p. 474—475: On Asterias papposa.

(252) **Jones, Th. Rymer,** Zur Naturgeschichte der Asteriden. Froriep's Neue Notizen, Bd. 12, No. 248, 1839, p. 81—83.

(253) **Jourdain, S.,** Sur les yeux de l'Asteracanthion rubens. Comptes rendus, T. 60, 1865, p. 103—105.

(254) —— Recherches sur l'appareil circulatoire de l'étoile de mer commune (Asteracanthion rubens). Comptes rendus, T. 65, 1867, p. 1002—1004.

(255) —— Sur les voies par lesquelles le liquide séminal et les oeufs sont évacués chez l'Astérie commune. Comptes rendus, T. 94, 1882, p. 744—746.

(256) **Jullien, Jules,** Description d'un nouveau genre des Stellérides de la famille des Astériadées (Marthasterias foliacea). Bull. soc. zool. France, Vol. 3, 1878, p. 141—143.

(257) **Kade, David,** Stellae marinae quinque radiorum holsaticae coloris violacei anatome. In: Linck, De stellis marinis; Appendix, 1733, p. 97—102.

(258) **Koehler, R.,** Contribution a l'étude de la faune littorale des îles anglo-normandes. Ann. sc. nat. Zool. (6) T. XX, Art. Nr. 4, Paris 1886, 62 pp., 1 Taf.

(259) **Kölliker, A.,** Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere. Berlin 1841. Mit 3 Tafeln.

(260) —— Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre. Verh. med.-phys. Verein, Würzburg 1857.

(261) **Konrad, G. Fr.,** De Asteriarum fabrica. Diss inaug. Halae 1814. 4°.

(262) **Koren, J.** et **D. C. Danielssen,** Observations sur la Bipinnaria asterigera. Ann. scienc. nat. (3) T. VII, 1847, p. 347—352, Pl. 7.

(263) **Koren, J.** og **D. C. Danielssen,** Fauna littoralias Norvegiae. III. Liefr. Bergen 1877. Fol. Enthält: **Sars, M.,** New Echinoderms.

Koren, siehe auch **Danielssen,** sowie **Düben,** sowie **M. Sars.**

(264) **Korschelt, E.** und **K. Heider,** Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere, I. Jena 1890 (Echinoderma, p. 259—308, Fig. 173—225).

(265) **Krohn, A.,** Ueber die Entwicklung der Seesterne und Holothurien. Müller's Archiv, 1853, p. 317—321, Taf. VII, Fig. 7.

(266) **Kowalevsky, A.,** Die Vermehrung der Seesterne durch Theilung und Knospung. Zeitschr. f. wiss. Zool, Bd. 22, 1872, p. 283—284.

(267) **Kowalevsky, A.,** Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane. Biol. Centralbl. Bd. 9, 1889, Echinodermen, p. 73—74.

(268) **Krukenberg, C. Fr. W.,** Ueber die Enzymbildung in den Geweben und Gefässen der Evertebraten; Untersuchungen aus dem Heidelberger physiologischen Institut. 2. Bd. 3. Heft, 1879, p. 338—377.

(269) —— Vergleichend-physiologische Studien zu Tunis, Mentone und Palermo, III. Abth. Heidelberg 1880.

(270) —— Beiträge zu einer Nervenphysiologie der Echinodermen. In: Vergleichend-physiologische Studien, 2. Reihe. 1. Abth. Heidelberg 1881, p. 76—88.

(271) —— Chemisches über die Skeletttheile der Seesterne. In: Vergleichend-physiologische Studien, 2. Reihe. 5. Abth. Heidelberg 1881.

(272) **Kükenthal, Willy** und **Bernhard Weissenborn,** Ergebnisse eines zoologischen Ausfluges an die Westküste Norwegens. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. XIX, Jena 1886, p. 776—789.

(273) **Lacaze-Duthiers, H. de,** Sur une forme nouvelle et simple du proembryon des Echinodermes (Stellérides, Asteriscus verruculatus M. et Tr.). Comptes rendus T. 78, 1874, p. 24—30.

(274) —— Leçon d'ouverture du cours de zoologie à la Sorbonne. Arch. zool. expér. et génér. T. III, Paris 1874, p. 1—38.

(275) **Lamarck, J. B. P. A. de,** Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. I. Ed T. II, Paris 1816. II. Ed. T. III, Paris 1840. 8°.

(276) **Lange, Wichard,** Beitrag zur Anatomie und Histologie der Asterien und Ophiuren. Morph. Jahrb. II, 1876, p. 241—286, Taf. XV—XVII; III, 1877, p. 449—452.

(277) **Latreille,** Familles naturelles du règne animal. Paris 1825.

(278) **Leach, W. E.,** Zoological Miscellany. 3 Vols. London 1814—17. 4°.

(279) **Lent, C.,** Die Fauna der Renggerithone von Kandern. Mitth. Bad. Geol. Landesanstalt. II 1892, Heft 3, p. 623—639.

(280) **Lenz, Heinr.,** Die wirbellosen Thiere der Travemünder Bucht. Theil 2. Vierter Bericht d. Comm. z. wiss. Unters. d. deutschen Meere, 7—11. Jahrgang, 1. Abth. Berlin 1882, p. 169—180.

(281) **Leuckart, R.,** Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1848. 8°.

(282) —— Nachträge und Berichtigungen zu dem ersten Bande von J. van der Hoeven's Handbuch der Zoologie. Leipzig 1856.

(283) **Levinsen, G. M. R.,** Kara-Havets Echinodermata. In: Lütken, Dijmphna-Togtets zoologisk-botaniske Udbytte. Kjøbenhavn 1886. 8°. p. 381—418. Tab. XXXIV—XXXV. Résumé p. 513—514.

(284) **Linck, Joh. Henr.,** De stellis marinis. Lipsiae 1733.

(285) **Linnaeus, Carol.,** Museum Tessinianum. Holmiae 1753. Fol.

(286) —— Systema naturae. Edit. X, Holmiae 1758. Edit. XII, Halae et Magdeburgicae 1766—1768. Edit. XII, reformata, Holmiae 1766. Edit. XIII: Siehe **Gmelin.**

(287) **Lo Bianco, S.,** Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. Mitth. Zool. Stat. Neapel, Bd. VIII, 1888, p. 385—440.

(288) **Lochner, Joh. Henr.,** Rariora musei Besleriani, 1716. 4°.

(289) **Locke,** On Asterias antiquata from the blue limestone Cincinnati. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, Vol. 3, 1846, p. 32—34.

(290) **Loeb, J.,** Ueber Geotropismus bei Thieren. Pflüger's Arch. für Phys. 49. B. 1891, p. 175—189.

(291) **Lorenz, J. R.,** Neue Radiaten aus dem Quarnero. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Classe. Bd. XXXIX, 1860, p. 673—684, mit zwei Taf.

(292) **Loriol, P. de,** Description de quelques Astérides du terrain Néocomien; in: Mém. soc. sc. nat. Neuchâtel, T. V, 1873.

(293) —— Notes pour servir a l'étude des Échinodermes. Recueil zool. suisse, T. I. 1884, p. 605—643, Taf. 31—35.

(294) —— Catalogue raisonné de Échinodermes recueillis par M. V. de Robillard a l'ile Maurice. I. et II. 4°. Genève, 1883 et 1885. (Mém. Soc. Phys. et Hist. natur. de Genève. T. XXVIII, No. 8, p. 55—62, pl. VI, f. 1. T. XXIX, No. 4, 84 pp. u. pl. VII—XXII.)

(295) **Loriol, P. de,** Notes pour servir à l'étude des Échinodermes. Recueil zool. suisse, T. IV, 1888, p. 365—407, pl. 15—18.

(296) —— Notes pour servir a l'étude des Échinodermes. Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève, Vol. suppl. 1891, 31 pp. et 3 pl.

(297) —— Note sur deux Échinodermes nouveux. Bull. Soc. Géol. France (3) T. 17, 1889, p. 150—156, pl. 6.

(298) **Lovén, Sven,** Études sur les Échinoidées. Stockholm 1874. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Bd. 11, No. 7. 4° mit 53 Taf.

(299) **Ludwig, Hubert,** Beiträge zur Anatomie der Asteriden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 29, 1877, p. 99—162, Taf. V—VIII.

(300) —— Zur Kenntniss der Gattung Brisinga. Zeitschr f. wiss. Zool. Bd. 31, 1878, p. 216—234, Taf. XV.

(301) —— Ueber die Genitalorgane der Asterina gibbosa. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 31, 1878, p. 395—400, Taf. XXVIII.

(302) —— Die Echinodermen des Mittelmeeres; Prodromus einer monographischen Bearbeitung derselben. Mitth. Zool. Stat. Neapel, Bd. I, Leipzig 1879, p. 523—580.

(303) —— Das Mundskelet der Asterien und Ophiuren; kritische und ergänzende Bemerkungen über dasselbe. Zeitschr. f. wiss Zool. Bd. 32, 1879, p. 672—688.

(304) —— Ueber den primären Steinkanal der Crinoideen, nebst vergleichend-anatomischen Bemerkungen über die Echinodermen überhaupt. Zeitschr. f wiss. Zool. Bd. 34, 1880, p. 310—332, Taf. XII—XIII.

(305) —— Ueber einige seltenere Echinodermen des Mittelmeeres. Mitth. Zool. Stat. Neapel, Bd. II, Leipzig 1880, p. 53—71, T. IV.

(306) —— Echinodermata, in: Kossmann's Reise nach dem Rothen Meere. V. 1880. 4°.

(307) —— Entwicklungsgeschichte der Asterina gibbosa. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 37, 1882, p. 1—98, Taf. I—VIII.

(308) —— Verzeichniss der von Ed. van Beneden an der Küste von Brasilien gesammelten Echinodermen. Mém. couronn. et des savants étr. de l'Acad. de Belgique, T. XLIV, 1882.

(309) —— Echinodermen des Beringsmeeres. Zool. Jahrb., Bd. I, 1886, p. 275—296, Taf. VI.

(310) —— Ueber die Function der Madreporenplatte und des Steinkanals der Echinodermen. Zool Anzeig. 13. Jahrg. 1890, p. 377—379.

(311) **Lütken, Chr.,** De ved Danmarks Kyster levende Pighude. Vidensk. Meddelelser fra den naturh. Foren. Kjøbenhavn 1856, p. 88—110.

(312) —— Oversigt over Grönlands Echinodermata. Kjøbenhavn 1857. 8°.

(313) —— Bidrag til Kundskab om de ved Kysterne af Mellem- og Syd-Amerika levende Arter af Söstjerner. Videnskab. Meddel. fra d. naturhist. Foren. Kjøbenhavn 1858, p. 25—96.

(314) —— Kritiske Bemaerkninger om forskjellige Söstjerner (Asterider), med Beskrivelse af nogle nye Arter. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn, 1864, p. 123—169.

(315) —— Choriaster granulatus, eine neue Gattung aus der Familie der Asteriden, beschrieben im Museum Godeffroy, Catalog IV, 1869, p. XXXV.

(316) —— Gjennemseet Fortegnelse over de ved Danmarks Kyster levende Pigbude, tilligemed Oplysninger om deres Udbredning ved de danske Kyster. Vidensk. Meddelels. naturh. Foren. Kjøbenhavn 1871, p. 135—143 u. p. 226 u. p. 386—388.

(317) —— Fortsatte kritiske og beskrivende Bidrag til kundskab om Söstjernerne (Asteriderne). Videnskab. Meddel. fra d naturhist. Foren. Kjøbenhavn 1871, p. 227—304.

(318) —— Nogle Bemaerkninger om Selvdelingen hos Straaledyrene. Oversigt over det kong. Dansk. Vidensk. Selsk. Forhandl. Kjøbenhavn 1872, p. 108—157 (Résumé, p. 30—54).

(319) **Luidius (Lhwyd), Edw.,** Lithophylacii britannici iconographia. (Londini 1699. 8°.) Ed. altera. Subjecitur autoris praelectio de stellis marinis. Oxoniae 1760. 8°.

(320) **Luidius, Edwardus,** De stellis marinis oceani britannici. Oxonii 1703. Auch in: Linck, De stellis marinis; Appendix 1733, p. 77—88.

(321) **M'Andrew, Robert,** List of Echinoderms collected in the Gulf of Suez in the Red Sea, s. Gray, Nr. 179a.

(322) **M'Andrew** and **L. Barrett,** List of the Echinodermata dredged between Drontheim and the North Cape. Ann. and Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 20, 1857, p. 43—46.

(323) **Mac'Bride, E. W.,** The development of the dorsal organ, genital rhachis and genital organs in Asterina gibbosa. Zool. Anzeig, 16. Jahrg. 1893, No. 419, p. 169—173.

(324) **M'Coy, Fred.,** On some new Mesozoic Radiata. Ann. and Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 2, 1848, p. 397—420.

(325) **Mac Munn, C. A.,** Studies in Animal Chromatology. Proc. Birmingham Phil. Soc. Vol 3. 1883, p. 351—407, pl. 3.

(326) —— On the Chromatology of the Blood of some Invertebrates. Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 25, 1885, p. 469—490, pl. 33, 34.

(327) —— Further Observations on Enterochlorophyll and Allied Pigments. Phil. Transact. Vol. 177, 1886, p. 235—266, pl. 9 and 10.

(328) —— Researches on Myohaematin and the Histohaematins. Phil. Trans. Vol. 177, 1886, p. 267—298, pl. 11 and 12.

(329) —— Contributions to animal Chromatology. Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 30, 1889, p. 51—96, pl. 6.

(330) **Malagoli, M.,** Note paleontologiche sopra un Astrogonium e una Chirodota del pliocene. Atti della società dei naturalisti di Modena; Memorie, Serie III, Vol. VII; Anno XXII, Fasc. I, Modena 1888, p. 68—72, Tav. II.

(331) **Marcgrav, Georg de Liebstad,** Historiae rerum naturalium Brasiliae libri octo; in: Piso, Guil., Historia naturalis Brasiliae, Lugd. Bat. 1648. fol.

(332) **Marchisio, Pietro,** Interno agli Echinaster doriae e tribulus de Filippi e all' Astropecten aster de Filippi. Bollettino dei Musei di Zoologia ed Anatomia comparata della R. Università di Torino. Vol. VIII, 1893, No. 149, p. 1—6.

(333) **Marenzeller, E. v.,** Revision adriatischer Seesterne. Verh. zool.-bot. Gesellschaft, Wien (1875) 1876, p. 361—372.

(334) —— Die Coelenteraten, Echinodermen und Würmer der k. k. öst.-ung. Nordpol-Expedition. Wien 1877. 4°. Mit 4 Taf. (Denkschriften der math.-nat. Klasse d. kais. Akad. d. Wiss. Bd. 35.)

(335) —— Deutsche Benennungen für Poriferen, Coelenteraten, Echinodermen und Würmer. Verh. k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien 1890, p. 177—184.

(336) —— Neue Echinodermen aus dem Mittelmeere. Veröffentlichungen der Commission für Erforschung des östlichen Mittelmeeres. Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Cl. Bd. CII. Abth. I, 1893, p. 66—70.

(337) —— Berichte der Commission für Erforschung des östlichen Mittelmeeres, V. Zoologische Ergebnisse, I. Echinodermen, gesammelt 1890, 1891 und 1892, Wien 1893, 4°. 14 pp. und 4 Taf.

Marenzeller, s. auch **Steindachner.**

(338) **Martens, E. v.,** Ueber ostasiatische Echinodermen. Arch. f. Naturg. 1865, p. 345—360; 1866, p. 57—88, p. 133—189; 1867, p. 106—119, Taf. III.

(339) —— Ueber zwei neue Seesterne von Costarica. Berliner Monatsberichte aus 1865, p. 56—59.

(340) —— Ueber eine neue Pteraster-Art. Sitz. Ges. naturf. Freunde, Berlin 1866, p. 16.

(341) —— in: Von der Decken's Reisen in Ostafrika. III. Bd. 1. Abth., p. 123—134 mit einer Taf.: Seesterne und Seeigel. Leipzig und Heidelberg 1869.

(342) —— Selbsttheilung bei Seesternen. Naturforscher 1879, p. 103—104.

(343) —— Ueber das Wiedererzeugungsvermögen der Seesterne. Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde, Berlin 1884, p. 25—30.

(344) —— Ein vierzähliger Seestern (Asteriscus verruculatus M. Tr.). Sitz.-Ber. Ges. nat. Freunde, Berlin, für 1889, p. 148.

(345) —— Echinodermen aus Neu-Guinea. Sitz.-Ber. Ges. nat. Freunde, Berlin, für 1889, p. 183—185.

(345a) **Meckel, J. Fr.,** System der vergleichenden Anatomie; 6 Theile; Halle 1821—1833. 8°.

Meckel, J. Fr., s. auch **Cuvier.**

(346) **Meissner, Maximilian,** Asteriden gesammelt von Stabsarzt Dr. Sander auf der Reise S. M. S. „Prinz Adalbert". Archiv für Naturgeschichte, 1892; p. 183—190, Taf. XII

(347) **Metschnikoff, E.,** Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen. Mém. de l'Acad. imp. de St.-Pétersbourg, VII. Serie, T. XIV, No. 8, St.-Pétersbourg 1869. 4°. Mit 12 Taf.

(348) **Metschnikoff, E.,** Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 24, 1874, p. 69, Notiz über Bipinnaria.

(349) —— Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Arbeiten Zool. Institut Wien, Bd. V, 1883, p. 1—28, zwei Taf.

(350) —— Zur Kenntniss der Wassergefässanlage bei Asteriden und Echinoideen. Zool. Anz. 1884, p. 62—65.

(351) —— Ueber die Bildung der Wanderzellen bei Asterien und Echiniden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 42, 1885, p. 656—673, Taf. 25—26.

(352) **Mettenheimer, C.,** Ueber die Gesichtsorgane des violetten Seesternes der Ostsee etc. Müller's Arch. 1862, p. 210—225, Taf. V.

(353) **Michelin, Hardouin,** Zoophytes, Échinodermes et Stellérides de l'île Maurice. Magasin de Zoologie, d'Anatomie comparée et de Palaeontologie par Guérin-Méneville, 1845, Paris. 8°. 27 pp. et 6 pl.

(354) —— Échinides et Stéllerides. in: Notes sur l'ile de la Réunion par L. Maillard, Paris 186?. 8°. Annexe A. 7 pp., pl. 14—16.

(355) **Miller, S. A.,** Description of four new Species of Silurian Fossiles. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 3, Cincinnati 1880, p. 140—144. pl. IV.

(356) —— Description of four new Species and a new Variety of Silurian Fossils, and Remarks upon others. Journ. Cincinnati Soc. Nat Hist. Vol. 3, Cincinnati 1880, p. 232—236, pl. VII.

(357) —— Description of some new and remarkable Crinoids, and other Fossils of the Hudson River Group. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. IV, No. 1, 1881. p. 69—77, pl. I

(358) —— Description of two new Genera and eight new Species of Fossils from the Hudson River Group, with Remarks upon others. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 5, 1882, p. 34—44, w. 2 pl.

(359) —— Description on a beautiful Starfish and other Fossils. Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. Vol. 7, 1884, p. 16—20, eine Taf.

Miller, s. auch **Worthen.**

(360) **Milne-Edwards, Alph.,** Les Zoophytes. (In: Cuvier, Le règne animal, nouvelle édition publiée par une réunion de discipules de Cuvier.) Paris 1849. 8°. Avec Atlas.

(361) —— Compte rendus sommaire d'une exploration zoologique faite dans la Méditerranée à bord du navire de l'État „le Travailleur". Comptes rendus Ac. Sc. Paris, T. 93, 1881, p. 876—882.

(362) —— Compte rendu sommaire d'une exploration zoologique faite dans l'Atlantique à bord du navire de l'État „le Travailleur". Comptes rendus Ac. Sc. Paris, T. 93, 1881, p. 931—936.

(363) **Möbius, K.,** Neue Seesterne des Hamburger und Kieler Museums. Hamburg 1859. 4°. 14 pp. und vier Taf

(364) —— Die auf der Fahrt nach Arendal gefangenen Echinodermen. Jahresber. d. Comm. z. wiss. Untersuchung d. deutschen Meere in Kiel f. d. Jahr 1871, I. Jahrgang, Berlin 1873, p. 149.

(365) —— Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seychellen. Mit einer Karte und 22 Tafeln. Berlin 1880. 4°.

(366) **Möbius, K.,** und **C. Bütschli,** Echinodermata der Nordsee. Jahresber. d. Comm. z. Untersuch. d. deutsch. Meere, II und III, Berlin 1875. 4°.

(367) **Montagu, George,** Description of several Marine Animals found on the South Coast of Devonshire. Transact. Linnean Society London, Vol. VII, 1804, p. 61—85.

(368) **Montaugé, de, frères,** Études pratiques sur les ennemis et les maladies de l'huître. Act. Soc. Linn. de Bordeaux. T. XXXII (4. Sér., T. II). 1878, p. 217—245.

(369) **Müller, Joh.,** Ueber den Bau des Pentacrinus caput medusae. Berichte d. Berliner Akad. 1840, p. 89—106; enthält p. 99—106 eine vorläufige Mittheilung des von ihm und Fr. H. Troschel aufgestellten Systemes der Asteriden.

(370) —— Ueber die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. 7 Abhandlungen. Abh. Akad. Wiss. Berlin, 1848—1854. 1. 1848; 2. 1849; 3. 1850; 4. 1852; 5. 1852; 6. 1853; 7. 1855.

(371) —— Anatomische Studien über Echinodermen. Müller's Archiv 1850, p. 117—155. Berichtigung und Nachtrag dazu, ebend., p. 225—233.

(372) —— Ueber den Bau der Echinodermen. Abh. Akad. Wiss. Berlin aus 1853. Berlin 1854. Mit neun Taf.

(373) **Müller, Joh.,** in: Zeiler, F., und Ph. Wirtgen, Bemerkungen über die Petrefakten der ältern devonischen Gebirge am Rheine, insbesondere über die in der Umgegend von Coblenz vorkommenden Arten. Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl. und Westphalen, 12. Jahrg. Bonn 1855, p. 1—28, Taf. I—IX.

(374) **Müller, J., und F. H. Troschel,** Ueber die Gattungen der Asterien. Archiv f. Naturgesch. 1840, p. 318—326.

(375) —— System der Asteriden. Braunschweig 1842. 4°. Mit 12 Taf.

(375a) —— Neue Beiträge zur Kenntniss der Asteriden. Arch. f. Nat. 1843, p. 113—131.

(375b) —— Beschreibung neuer Asteriden. Arch. f. Nat. 1844, p. 178—185.

(376) **Müller, Jos.,** Monographie der Petrefacten der Aachener Kreideformation. 1849—1860.

(377) **Müller, Otho Friedr.,** Zoologiae Danicae prodromus. Hafniae 1776.

(378) —— Zoologia Danica. Vol. III et Vol. IV. Hafniae et Lipsiae (1779—84) 1788—1806.

(379) —— Zoologiae Danicae Icones. Fasc. I, Havniae 1777; Fasc. II, Havniae 1780. fol.

(380) **Münster, Georg Graf zu,** Beiträge zur Petrefactenkunde. 1. Heft. 2. Aufl. Bayreuth 1843.

(381) **Nardo, J. D.,** De asteriis. Oken's Isis 1834, Heft VII, p 716—717.

(382) **Neumayr, M.,** Die Stämme des Thierreiches etc (Echinoderma, p. 348—504). Wien und Prag 1889.

(383) **Nicholson, and R. Etheridge jr.,** A Monograph of the Silurian Fossils of the Girvan District in Ayrshire, with special reference to those contained in the „Gray collection". Fasc. III (Annelida and Echinodermata). 1880.

(384) **Niemiec, J.,** Recherches sur les ventouses dans le règne animal. Recueil zool. suisse, T. 2, p. 1—147, pl. 1—5, 1885.

(385) **Noetling, Fr.,** Die Fauna des samländischen Tertiärs, 1. Th., 6. Lief. Echinodermata, p 179—216, sechs Taf. In: Abh. Geol. Specialkarte von Preussen, 6. Bd. Heft 3, 1885.

(386) **Nordgaard, O.,** Enkelte traek af Beitstadfjordens evertebratfauna (Polyzoa, Echinodermata, Hydroidae) In: Bergens Museums Aarbog for 1892, Bergen 1893; No. I.

(387) **Norman, Alfred Merle,** On the Genera and Species of British Echinodermata. Part I. Ann. and Mag. Nat. Hist. (3) Vol. 15, 1865, p. 97—129.

(388) —— Is Asterias tenuispina Lam. a British Species?. Ann. and Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 6, 1890, p. 502—503.

(389) —— On Prof. Jeffrey Bell's „Note on Nomenclature of British Starfishes", with remarks on some Recent Crinoidea. Ann. and Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 7, 1891, p. 382—387.

(390) **Oken, L.,** Lehrbuch der Naturgeschichte, 3. Th. Zoologie, 1. Abth. Jena 1815.

(391) —— Allgemeine Naturgeschichte für alle Stände. 1835.

(392) **Olivi, Giuseppe,** Zoologia adriatica. Bassano 1792. 4°. p. 65—69.

Orbigny, Alcide D', s. Barker-Webb et Berthelot.

(393) **Otto, Ad. Wilh.,** Beschreibung einiger neuen Mollusken und Zoophyten; mit fünf Taf. Nova Acta Physico-Medica Acad. Caes. Leopoldino-Carol. Nat. Curios. T. XI. Bonn 1823, p. 274—314.

(394) **Owsjannikow, Ph.,** Ueber das Nervensystem der Seesterne. Bull. de l'Acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg, T. XV, 1871, p. 310—318, eine Taf.

(395) **Parelius, Jac. von der Lippe,** Beschreibung einiger Sternrochen oder Asterien. Der kgl. norwegischen Gesellsch. d. Wissensch. (zu Drontheim) Schriften aus dem Dänischen übersetzt, 4. Theil. Kopenhagen und Leipzig 1770. 8°. p. 349—352, Taf. XIV.

(396) **Parker, Charl. A.,** Poisonous qualities of the Star-fish (Solaster papposus). Zoologist (3) Vol. 5, No. 53, London 1881, p. 214—215.

(397) **Pennant, Tom.,** The British Zoology. Vol. IV, London 1777. New Edit. 1812.

(398) **Perrier, Edm.,** Recherches sur les Pédicellaires et les Ambulacres des Astéries et des Oursins. Paris 1869. 4°. Avec 7 Pl. Auch in: Ann. scienc. nat. zool. Paris 5. Sér T. XII, 1869, p. 197—304, pl. 17—18; T. XIII, 1870, Article 1, pl. 2—6.

(399) —— Révision de la Collection de Stellérides du Muséum d'histoire naturelle de Paris. Paris 1875, 8°. Auch in: Arch. zool. expérim. et génér. T. IV, 1875, p. 265—450; T. V, 1876, p. 1—104; p. 209—304. (Meine Citate dieser Schrift beziehen sich alle auf die mit der Jahreszahl 1875 erschienene, besonders paginirte Separatausgabe.)

(400) **Perrier, Edm.,** Les Stellérides des îles du Cap Vert. Bull. soc. zool. France, T. 1, Année 1876, p. 63—71.

(401) —— Diagnoses of new Species of Asteriidae and Linckiidae in the British Museum. Ann. and Mag. Nat. Hist. (4) Vol. 17, 1876, p. 34—36.

(402) —— Étude sur la répartition géographique des Astérides. Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, II. Sér. T. 1, 1878, p. 1—108.

(403) —— Les Stellérides de l'île Saint-Paul. Arch. zool. expér. et génér. T. 8, 1879—1880, p. 47—50.

(404) —— Sur les Étoiles de mer draguées dans les régions profondes du golfe du Mexique et de la mer des Antilles par le navire „The Blake" de la marine des États-Unis. Compt. rend. Ac. Sc. Paris, T. 92, 1881, p. 59—61.

(405) —— Description sommaire des espèces nouvelles d'Astéries. Bull. of the Mus. Comp. Zool., Harvard College, Cambridge Mass., Vol. IX, No. 1, 1881, p. 1—31.

(406) —— Sur l'appareil reproducteur des Étoiles de mer. Comptes rendus, T. 94, 1882, p. 891—892.

(407) —— Note sur les Brisinga. Comptes rendus, T. 95, 1882, p. 61—63.

(408) —— Sur une Astérie des grandes profondeurs de l'Atlantique, pourvue d'un pédoncule dorsal. Comptes rendus, T. 95, 1882, p. 1379—1381.

(409) —— in: Rapport sur les travaux de la commission chargée d'étudier la faune sous-marine etc. par Alph. Milne-Edwards. (Archives des Missions scientifiques et littéraires, 3. sér. T. IX, Paris 1882, p. 1—59.)

(410) —— Mémoire sur les étoiles de mer recueillies dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique durant les expéditions de dragage faites sous la direction de M. Alexander Agassiz. Nouvelles Archives du Museum d'Hist. Nat. de Paris, 2. Sér. T. VI, 1884, p. 127—276, pl. I—X.

(411) —— Sur les Brisingidae de la Mission du Talisman. Compt. rend. T. 101, 1885, p. 441—444.

(412) —— Sur les Stellérides recueillis durant le mission du Talisman. Compt. rend. T. 101, 1885, p. 884—887.

(413) —— Première note préliminaire sur les Échinodermes recueillis durant les campagnes de dragages sous-marins du Travailleur et du Talisman. Ann. Sc. Nat. (6 T. 19, Art. 8, Paris 1885, 72 Seiten.

(414) —— Recherches sur l'organisation des Étoiles de mer. Compt. rend. T. 102, 1886, p. 1146—1148.

(415) —— Les explorations sous-marines. Paris 1886. 8°.

(416) —— Sur le corps plastidogène ou prétendu coeur des Échinodermes. Compt. rend. T. 104, 1887, p. 180—182.

(417) —— Sur la collection d'Étoiles de mer recueillie par la commission scientifique du Cap Horn. Compt. rend. T. 106, 1888, p. 763—765.

(418) —— Échinodermes de la Mission scientifique du Cap Horn. 1. Stellérides. In: Mission scientifique Cap Horn; Zoologie; Tome 6. Paris 1891. 4°. 198 pp. avec 13 planches.

(419) —— Sur les Stellérides recueillis dans le golfe de Gascogne, aux Açores et à Terre-Neuve, pendant les campagnes scientifique du yacht l'Hirondelle. Compt. rend. Acad. Paris, T. 112, 1891, p. 1225—1228.

(420) —— Stellérides nouveaux provenant des campagnes du yacht l'Hirondelle. Mém. soc. zool. France, T. 4, 1891, p. 258—271.

(421) —— Sur la morphologie du squelette des Étoiles de mer. Compt. rend. T. 115, 1892, p. 670—673.

(422) **Perrier, Edm.,** et **J. Poirier,** Sur l'appareil circulatoire des Étoiles de mer. Comptes rendus, T. 94, 1882, p. 658—661.

(423) **Peters, W.,** Uebersicht der Seesterne von Mossambique. Monatsberichte Berliner Akad. 1852, p. 177—178.

(424) **Petersen, G. J.,** Echinodermata, in: Vidensk. Udbytte Kanonbaaden „Hauchs" Togter. Kjobenhavn 1889, 4°, p. 35—52.

(425) **Petiver, Jac.,** Gazophylacium naturae et artis. Londini 1711. Fol.

(426) **Pfeffer, Georg,** Mollusken, Krebse und Echinodermen von Cumberland-Sund nach der Ausbeute der deutschen Nordexpedition 1882—1883. Jahrbuch der wissensch. Anstalten zu Hamburg, III. Jahrg., 1886, p. 23—50, mit einer Taf.

(427) **Philippi, A.,** Ueber die mit Asterias auranciaca verwandten und verwechselten Asterien der sicilianischen Küste. Arch. f. Nat. 1837, p. 193—194.

(428) **Philippi, A.,** Verzeichniss chilenischer Echinodermaen. Arch. f. Naturg. 1857, p. 130.

(429) —— Beschreibung einiger neuen Seesterne aus dem Meere von Chiloë. Archiv f. Nat. 1858, p. 264—268.

(430) —— Neue Seesterne aus Chile. Arch. f. Naturgesch. 1870, p. 268—275.

(431) **Plancus, Janus (Giovanni Bianchi),** De conchis minus notis. Venetiis 1739. 4°; p. 39—40, Tab. IV, Fig. A, B, C.

(432) —— De stella marina echinata quindecim radiis instructa epistolae binae. 8°. Florentiae 1743. In: Memorie di diversi valentuom. T. 2, 1744, p. 283—288.

(433) —— De incessu marinorum Echinorum ac de rebus quibusdam aliis marinis. Opuscula instituti scientiarum et artium Bononiensis. T. V, P. 1, Bononiae 1767, p. 236—348. 2 tabb.

(434) **Plinius,** Historia naturalis. 8 voll. Hamburg 1851—56. 8°.
Naturgeschichte, übersetzt von Wittstein. 6 Bde., Leipzig 1880—82.

Poirier, J., s. **Perrier.**

(435) **Power, Jeannette,** On the Nourishment and Digestion of the Asterias (Astropecten) aurantiacus. Ann. and Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 20, 1857, p. 335—336.

(436) **Preyer, W.,** Ueber die Bewegungen der Seesterne. Mittheilungen aus der Zool. Station zu Neapel. VII. Bd. 1886—1887, p. 27—127 u. p. 191—233, Taf. 7.

(437) **Prouho, H.,** Du sens de l'odorat ches les Étoiles de mer. Compt. rend. Acad. Paris, T. 110, 1890, p. 1343—1346.

(438) **Quenstedt, F. A.,** Der Jura. Tübingen 1858.

(439) —— Handbuch der Petrefaktenkunde. 2. Aufl. Tübingen 1867.

(440) —— Petrefaktenkunde Deutschlands. Abth. I, Bd. IV, Leipzig 1874—1876.

(441) **Ramsay, E. P.,** Catalogue of Echinodermata in the Australian Museum, Part. I, Sydney 1891. 8°.

(442) **Rathbun, Rich.,** A List of the Brazilian Echinoderms. Transact. Connecticut Academy of Arts and Sciences, Vol. V, 1879, p. 139—158.

(443) —— Description of the Species of Heliaster. Proceed. Unit. Stat. Nat. Mus. 1887, Vol. X, p. 440—449, pl. XXIII—XXVI.

(444) **Rathke, H.,** Ueber die Geschlechtsverhältnisse bei den Seeigeln und Seesternen. Froriep's Neue Notizen aus dem Gebiete d. Nat. u. Heilk., Bd. 13, 1840, Nr. 269, p. 65—67.

(445) **Réaumur, R. A. F. de,** Du mouvement progressif et de quelques autres mouvements de diverses espèces de Coquillages, Orties et Etoiles de mer. Mém. Acad. Roy. Scienc. Paris 1710, p. 439—490, pl. IX—XII.

(446) —— Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. Vol. VI. Paris 1742. 4°. (Préface, p. XL und p. LXI—LXII).

(446a) **Report** on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S „Challenger" during the years 1873—76. Narrative; Vol. I, Part. II, London 1885.

(447) **Retzius, A. J.,** Anmärkninger vid Asterias Genus. Nya Handlingar Kongl. Svenska Vetenskaps-Akad. Vol. IV, 1783.

(448) —— Dissertatio sistens species cognitas Asteriarum. Lundae 1805. 4°.

(449) **Rigaux, E.,** Notice géologique sur le Bas Boulonnais. Mém. Soc. Acad. Boulogne, XIV, 1892, p. 108, pl. I et II.

(450) **Risso, A.,** Histoire des principales productions de l'Europe méridionale. Vol. V, Paris et Strassbourg 1826, p. 267—272.

(451) **Römer, F. A.,** Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges. Hannover 1841.

(452) **Römer, Ferd.,** Neue Asteriden und Crinoiden aus devonischem Dachschiefer von Bundenbach bei Birkenfeld. In: Palaeontographica, Bd. IX, Cassel 1862—1864, p. 143—152.

(453) —— Lethaea palaeozoica; Atlas. Stuttgart 1876. 8°.

Römer, F. s. auch **Bronn.**

(454) **Russo, A.,** Contribuzione all' embriologia degli Echinodermi o sviluppo dell' Asterias glacialis O. F. Müller; in: Bollettino della società di naturalisti in Napoli. Serie I, Vol. VI, (Anno VI, Fasc. I.) Napoli 1892, p. 124—138, Tav. II.

(455) **Romanes, George J.** and **J. Cossar Ewart,** Observations on the Locomotor System of Echinodermata. Philos. Transact. Roy. Soc. (Part. III, 1881) London 1882, p. 829—885, pl. 79—85.

(456) **Rondelet(ius), Guil.,** Libri de piscibus marinis. Lugduni 1554. Fol.

(457) —— Universae aquatilium historiae pars altera. Lugduni 1555. Fol.

(458) **Rumphius,** De amboinsche Rariteitkamer. Amsterdam 1705. Fol.

(459) **Sabine** (Asterias polaris) in: Supplement to the Appendix of Captain Parry's Voyage. London 1824, p. 223, pl. I, fig. 3.

(460) **Salter, J. W.,** On some new Palaeozoic Star-fishes. Ann. and Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 20, 1857, p. 321—334, pl. IX.

(461) **Sandberger, Frid.,** Die Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau. Wiesbaden 1850—1856.

(462) **Sarasin,** Paul und Fritz, Knospenbildung bei Linckia multifora, Lam. Ergebnisse naturwiss. Forschungen auf Ceylon, I. Bd. Wiesbaden 1887—1888, p. 71—79, Taf. IX. Fol.

(463) **Sars, G. O.,** Nye Echinodermer fra den norske kyst. Forh. Vidensk. Selsk. Christiania (1871) 1872, p. 1—31.

(464) —— Researches on the Structure and Affinity of the Genus Brisinga, based on the study of a New Species: Brisinga coronata. Christiania 1875. 4°, with 7 pl.

(465) **Sars, M.,** Beskrivelser og Jagttagelser over nogle maerkelige eller nye i Havet ved den Bergenske Kyst levende Dyr. Bergen 1835.

(466) —— Zur Entwicklungsgeschichte der Mollusken und Zoophyten. Arch. f. Nat. III. Jahrg. 1837, II. Asterias sanguinolenta Müll., p. 404—406.

(467) —— Ueber die Entwicklung der Seesterne. Arch. f. Naturg. 1844, p. 169—178, Taf. VI.

(468) —— Fauna littoralis Norvegiae. 1. Lief. Christiania 1846. Fol.

(469) —— Bidrag til Kundskaben om Middelhavets Littoral-Fauna. Christiania 1857. 8°. Mit 3 Taf.

(470) —— Oversigt af Norges Echinodermer. Christiania 1861. 8°. Mit 16 Taf.

(471) —— Geologiske og zoologiske Jagttagelser, anstillede paa en Reise i en Deel of Trondhjems Stift i Sommeren 1862. Christiania 1863. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Bd. XII, p. 253—340.

(472) —— Over en ny Art Brachiolaria. Forh. Vidensk. Selsk. Christiania (1863) 1864, p. 126—137. Auch in: Ann. and Mag. Nat. Hist. (3) Vol. 16, 1865, p. 70.

(473) **Sars, M., J. Koren et D. C. Danielssen,** Fauna littoralis Norvegiae. II. Livr. Bergen 1856. Fol. Enthält:

1. **Danielssen et Koren,** Observations sur le développement des Astéries.
2. **Sars,** D'une nouvelle Étoile de mer, Astropecten arcticus.
3. **Asbjörnsen, P. Chr.,** Brisinga endecacnemos.

Sars, M., s. auch **Koren.**

(474) **Sauvage, H. E.,** De la présence du Cribrella oculata dans le Pas-de-Calais. Bull. soc. zool. France, Année 1890, p. 98.

(475) **Savigny, J. C. de,** Iconographie des Echinodermes, Polypes et Zoophytes de l'Egypte. In: Description de l'Egypte (Hist. nat.), Paris 1809. Fol. S. auch **Audouin.**

(476) **Say, Thom.,** On the Species of the Linnean Genus Asterias inhabiting the Coast of the United States. Journ. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, Vol. 5, P. 1, 1825, p. 141—154.

(477) **Schlüter, Cl.,** Fossile Echinodermen des nördlichen Deutschlands. Verh. naturh. Ver. Rheinl. u. Westf. 16. Jahrg. Bonn 1869, p. 225—253, Taf. I—III.

(478) **Schmiedel, Cas. Chr.,** Beschreibung eines Seesternes mit rosenförmigen Verzierungen. Naturforscher, Stück 16, 1781, p. 1—7.

(479) **Schmidtlein, R.,** Beobachtungen über Trächtigkeits- und Eiablage-Perioden verschiedener Seethiere. Mitth. Zool. Stat. Neapel, Bd. I, 1878, p. 124—136.

(480) **Schneider, A.,** Ueber die Entwicklung der Echinodermen. Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde. Berlin (Jan. 1869/1870, p. 1).

(481) —— Ueber Befruchtung (Asteracanthion). Zool. Anz. 1880, No. 56, p. 252—257.

(482) **Schreber, J. Ch. Dan. v.,** Beschreibung der Seesonne, einer Art Seesterne mit 21 Strahlen. Der Naturforscher, 27. Stück, Halle 1793, p. 1—6, Tab. I u. II.

(483) **Schröter, J. S.,** Von einigen natürlichen Seesternen; Versuch einer Classification der Seesterne; in seinen Abhandlungen über verschiedene Gegenstände der Naturgeschichte, Theil 2, p. 199—242, Halle 1777. 8°.

(484) **Scott, Thom.**, Notes on a Collection of Echinoderms and Molluscan Shells from the Moray Firth District. Proc. R. Physic. Soc. Edinburgh, Vol. 11, 1892, p. 81—84.

(485) **Seba, Albertus**, Thesaurus rerum naturalium. Tom. III. Amstelaedami 1758. Fol.

(486) **Seeley, H.**, Description of two new species of Chalk Starfishes. Ann. and Mag. Nat. Hist. (3) Vol. 2, 1858, p. 335—337.

(487) **Selenka, Em.**, Die Keimblätter der Echinodermen. In: Studien über die Entwicklungsgeschichte der Thiere, 2. Heft, 1883, p. 28—61, T. V—X.

(488) **Semon, Rich.**, Die Homologien innerhalb des Echinodermenstammes. Morph. Jahrb. Bd. 15, 1889, p. 253—307.

(489) —— Zur Morphologie der bilateralen Wimperschnüre der Echinodermenlarven. Jen. Zeitschr. Naturwiss. 25. Bd. 1890, p. 16—25, T. 2.

(490) **Sharpey, W.**, Artikel „Echinodermata" in: Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. II, London 1838, p. 30—46, und Artikel „Cilia", ibidem Vol. I, 1836, p. 615—616.

(491) **Siebold, C. Th. v.**, Zur Anatomie der Seesterne. Müller's Arch. 1836, p. 291—297, Taf. X, Fig. 14—18.

(492) —— Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848.

(493) **Simonowitsch, Sp.**, Ueber einige Asterioiden aus der rheinischen Grauwacke. Sitz.-Ber. math. phys. Classe Acad. Wien, Bd. 64, I. Abth. 1871, p. 77—122, mit 4 Taf.

(494) **Simroth, H.**, Zur Kenntniss der Azorenfauna. Arch. f. Naturg. 1888, p. 179—234, (Seesterne, p. 231.) (Erschien 1889.)

(495) **Sladen, W. Percy**, On the Asteroidea and Echinoidea of the Korean Sea. Journ. Linn. Soc. London, Vol. XIV, 1878, p. 424—445, pl. 8.

(496) —— Note on the Occurrence of Pedicellaster (Sars) in the Far North. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 5, 1880, p. 216—217.

(497) —— On Traces of Ancestral Relations in the Structure of the Asteroidea. Proc. Yorkshire Geol. and Polyt Soc. N. S. Vol. VII, p. 1—10, pl. XV, 1881.

(498) —— Asteroidea dredged during the cruise of the "Knight Errant" in July and August 1880. Proceed. Royal Soc. Edinburgh 1881/82, p. 698—707.

(499) —— Asteroidea dredged in the Faeröe Channel during the Cruise of H. M. S. „Triton" in August 1882. Transact. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XXXII, Part I, 1883, p. 153—164, pl. XXVI.

(500) —— The Asteroidea of H. M. S. „Challenger" Expedition. Preliminary Notices. I. Pterasteridae. Journ. Linn. Soc. Zool. Vol. XVI, 1882, p. 189—246. II. Astropectinidae. Ibidem Vol. XVII, 1883, p. 214—269.

(501) —— Description of Mimaster, a new Genus of Asteroidea from the Faeröe Channel. Transact. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XXX, Part II. 1883, p. 579—584. Pl. XXXIV.

(502) —— On the Homologies of the Primary Larval Plates in the Test of Brachiate Echinoderms. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. XXIV, London 1884, p. 24—42, pl. I.

(503) —— Report on the Asteroidea collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—76. Voyage of H. M. S. Challenger, Zoology, Vol. XXX. London 1889. 4°. With 117 pl.

(504) —— On the Asteroidea of the Mergui Archipelago. Journ. Linn. Soc. London, Vol. XXI, 1889, p. 319—331, pl. XXVIII.

(505) —— Echinodermata from South-west Ireland. Proc. Roy. Irish Acad. Vol. 1, 1891, p. 687—704; 5 pl.

(506) —— Monograph on the British fossil Echinodermata from the Cretaceous Formation; Vol. 2, The Asteroidea, Part 1. In: Monogr. Palaeontogr. Soc. London. Vol. 44, 1891, p. 1—28; 8 pl.

Sladen, s. auch **Duncan**.

(507) **Sluiter, C.**, Die Evertebraten aus der Sammlung des Kgl. Naturwissenschaftlichen Vereins in Niederländisch-Indien in Batavia. Echinodermen; III. Asteroidea. In: Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië; Bd XLVIII, Batavia 1889, p. 297—313.

(508) **Smith, Edgar A.**, Descriptions of Species of Asteriidae and Ophiuridae from Kerguelen's Island. Ann. Mag. Nat. Hist. (4) Vol. 17, 1876, p. 105—113.

(509) —— Note on the Echinodermata from Duke-of-York Island. Proc. Zool. Soc. London 1877, p. 139.

(510) —— Echinodermata of Rodriguez. Philos. Transact. R. Soc. London, Vol. 168 (Extra-Vol.) 1879, p. 564—568, pl. LI.

(511) **Smith, Edgar A.**, Zoology of Kerguelensland, Echinodermata. Philos. Transact. Roy. Soc. London, Vol. 168, 1879, p. 270—281, pl. 16 u. 17.

Smith, S. J. s. Verrill.

Solander s. Ellis.

(512) **Spix**, Mémoire pour servir à l'histoire de l'astérie rouge, astérie rubens, Linn.; de l'actinie coriacée, actinia coriacea, Cuv.; et de l'alcyon exos. Ann. du Muséum d'Histoire naturelle, Paris 1809, p. 438—458, pl. XXXII u. XXXIII.

(513) **Steenstrup, J. J. Sm.**, Om de ved Grönlands forekommende Asteracanthion-Arter. Forhandl. skandin. Naturforsker, 7. Möde (1856) 1857. p. 228—232.

(514) **Steindachner, J.**, Veröffentlichungen der Commission für Erforschung des östlichen Mittelmeeres. Vorläufiger Bericht über die zoologischen Arbeiten im Sommer 1891. Sitz.-Ber. Akad. Wien, 100. Bd. 1891, p. 435—447. (v. Marenzeller: Echinoderma, p. 445—456.)

(515) **Stimpson, W.**, Synopsis of the Marine Invertebrata of Grand Manan. Washington 1853. 4°. With 3 Taf.

(516) —— On the Crustacea and Echinodermata of the Pacific Shores of North-Amerika. Boston Journ. Nat. Hist. Vol. VI, 1857, p. 444—532, pl. 18—23. (Echinodermata, p. 522—531, pl. 23, fig. 2—11.)

(517) —— On new Genera and Species of Starsfishes of the Family Pycnopodidae. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 8 (1861—1862), 1862, p. 261—273.

(518) **Storm, V.**, Bidrag til Kundskab om Throndhjemsfjordens Fauna. Kong. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1878, Throndhjem 1879, p. 9—36 (Echinodermer, p. 18—22) und (1880) 1881, p. 73—96 und (1886—87) 1888, p. 58—64.

(519) **Stossich, Ad.**, Breve sunto sulle produzioni marine del golfo di Trieste. Bolletino della Società Adriatica di scienze naturali in Trieste, Vol. II, 1876, p. 349—371.

(520) **Stossich, Mich.**, Prospetto della Fauna del Mare Adriatico; Parte 5. Boll. Soc. Adriat. Sc. Nat. Trieste, Vol. VIII, 1884, p. 79—110.

(521) **Studer, Th.**, Ueber die Vermehrung von Seesternen durch Theilung und Knospung. Mitth. d. naturf. Ges. Bern 1873 (1874), Sitz., p. 52—53.

(522) —— Ueber Echinodermen aus dem antarktischen Meere und zwei neue Seeigel von den Papua-Inseln. Monatsber. Berl. Akad. Berlin 1876, p. 452—465.

(523) —— Die Fauna von Kerguelensland. Archiv für Naturgesch. 1879, p. 104—141.

(524) —— Ueber Geschlechtsdimorphismus bei Echinodermen. Zool. Anzeiger, 1880 p. 523—527 und 543—546.

(525) —— Beiträge zur Meeresfauna West-Afrikas. Zoolog. Anzeig. 1882, p. 333—336, 351—356.

(526) —— Verzeichniss der während der Reise S. M. S. „Gazelle" um die Erde 1874—1876 gesammelten Asteriden und Euryaliden. Abhandl. Akad. Wissensch. Berlin 1884, 64 pp. mit fünf Taf.

(527) —— Die Seesterne Südgeorgiens nach der Ausbeute der deutschen Polarstation in 1882 und 1883. Jahrb. der wissenschaftlichen Anstalten zu Hamburg, II, Hamburg 1885, p. 141—166, Taf. I und II.

(528) **Stürtz, B.**, Beitrag zur Kenntniss palaeozoischer Seesterne. Palaeontogr. Bd. 32, 1886, p. 75—98, Taf. 8—14.

(529) —— Ueber palaeozoische Seesterne. N. Jahrb. Min. Geol. Pal. 1886, 2. Bd., p. 142—154.

(530) —— Neuer Beitrag zur Kenntniss palaeozoischer Seesterne. Palaeontographica, Bd. XXXVI, Stuttgart 1890, p. 203—247, Taf. XXVI—XXXI.

(531) —— Ueber versteinerte und lebende Seesterne. Verh. Nat. Hist. Ver. Rheinl. und Westf. 1893, p. 1—92, Taf. I.

(532) **Stuxberg, Anton**, Echinodermer från Novaja Semljas haf samlade under Nordenskiöldska expeditionerna 1875 og 1876. Oefvers. K. Vet. Akad. Förh. (1878) 1879, No. 3, p. 27—41.

(533) —— Evertebratfaunan i Sibiriens Ishaf. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd. 5, No. 22, Stockholm 1880.

(534) —— Faunan på och kring Novaja Semlja Vega-Expeditionens Vetenskapliga Iakttagelser, Bd. V, Stockholm 1886. 8°.

(535) **Templeton, John**, Catalogue of Irish Annulose and Rayed Animals. London's Magaz. Nat. Hist. Vol. 9, 1836, p. 233—240.

(536) **Teuscher, R.**, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. III. Asteriadae. Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. X, 1876, p. 493—516, Taf. XVIII und XIX.

(537) **Thomson, Wyville,** On the Embrology of Asteracanthion violaceum. Quart. Journ. Micr. Sc. (N. Ser.) Vol. I, 1861, p. 99—108, pl. VII, und in: Proc. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. 4, 1862, p. 413—416.

(538) —— On the Embryology of the Echinodermata. Natural History Review 1863, p. 395—415; 1864, p. 581—612.

(539) —— The Depths of the Sea. An account of the general results of the dredging cruises of H. W. SS. „Lightning“ und „Porcupine“ during the summers of 1868—1869—1870. 8°. London 1868—70. (2. Edit. ibidem 1874.)

(540) —— Notice of some Peculiarities in the Mode of Propagation of certain Echinoderms of the Southern Sea. Journ. Linn. Soc. Zool. Vol. XIII, No. 66, 1876, p. 55—79.

(541) —— The Voyage of the „Challenger“. The Atlantic. A preliminary account of the general results of the exploring voyage of H. M. S. „Challenger“ during the year 1873 and the early part of the year 1876. 2 Vols. 8°. London 1877.

(542) **Thorent,** Sur l'Asterias constellata foss. Bull. soc. géol. France, 2. Sér., T. I. Paris 1844, p. 208—209, Pl. III, Fig. 1—3.

(543) **Thunberg, C. P.,** Ytterligare Anmärkningar om Asterior, K. Vet. Acad. Handl. Stockholm, Bd. 4, 1783, p. 244—246.

(544) **Tiedemann, Friedr.,** Anatomie der Röhrenholothurie, des pommeranzfarbigen Seesterns und des Stein-Seeigels. Landshut 1816. Fol.

(545) —— Beobachtungen über das Nervensystem und die sensiblen Erscheinungen der Seesterne. In: Meckel's Deutsches Archiv für die Physiologie, Bd. I, 1815, p. 161—175. (Vorläufige Mittheilung zum vorigen Werke)

(546) **Troschel, H.,** Ueber Seesterne von Mauritius mit Stylifer ovoideus. Verh. Nat. Ver. Rheinl. und Westf. 1876, Sitz., p. 82.

Troschel, s. Joh. Müller.

(547) **Van Beneden, P. J.,** Sur deux larves d'Échinodermes de la côte d'Ostende. Bull. Ac. roy. scienc., lettr. et beaux-arts de Belgique, T. XVII, 1850, p. 508—515, 1 pl.

(548) **Verrill, A. E.,** On the Polyps and Echinoderms of New England with Description of New Species. Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. X, Boston (1864—)1866, p. 333—357.

(549) —— Notes on Radiata. Transact. Connecticut Academy of Arts and Sciences, Vol. I, Part 2, New-Haven 1867—1871, p. 247—613, pl. IV—X.

(550) —— On New and Imperfectly Known Echinoderms and Corals. Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. XII, Boston 1868—1869, p. 381—396.

(551) —— Descriptions of Starfishes and Ophiurians from the Atlantic Coasts of America and Africa. Americ. Journ. Sc. (3) Vol. 2, 1871, p. 130—133.

(552) —— Report upon the invertebrate animals of Vineyard Sound and adjacent waters. Report of the Commissioner of Fish and Fisheries, Washington 1874, p. 295—778, mit 38 Tafeln.

(553) —— Note on some of the Starfishes of the New England Coast. Americ. Journ. Sc. (3) Vol. 11, 1876, p. 416—420.

(554) —— Notice of Recent Additions to the Marine Invertebrata of the Northeastern Coast of America, with Descriptions of New Genera and Species and Critical Remarks on others, Part I. Proc. U. S. Nation. Museum 1879, p. 165—205 (Echinoderma, p. 201—204).

(555) —— Prelimin. Check-list of the Marine Invertebrata of the Atlantic Coast from Cape Cod to the Gulf of St. Lawrence. New-Haven 1879 (Authors Edition).

(556) —— Notice of Recent Additions to the Marine Fauna of the Eastern Coast of North America. Americ. Journ. Sc. (3) Vol. 17, 1879, p. 472—474 u. Vol. 19, 1880, p. 137—130.

(557) —— Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outher banks of the Southern Coast of New England. Americ. Journ. (3) Vol. 20, 1880, p. 390—403; Vol. 23, 1882, p. 135—142, 216—225; Vol. 24, 1882, p. 360—371; Vol. 28, 1884, p. 213—220, 378—384; Vol. 29, 1885, p. 149—157.

(558) —— Results of the Explorations made by the Steamer „Albatross“ off the Northern Coast of the United States in 1883 (Annual Report of the Commissioner of Fish and Fisheries for 1883). Washington 1885, p. 503—699, with XLIV plates.

(559) **Viguier, C.,** Anatomie comparée du squelette des Stellérides. Arch. zool. expér. et génér. T. VII, 1878 (erschienen 1879), p. 33—250, pl. V—XVI.

(560) —— Squelette buccal des Astéries. Arch. zool. exp. et génér. T. VIII, 1879—1880, p. I—V.

(561) **Viguier, C.,** Constitution des Échinodermes. Compt. rend. Paris, T. 98, 1884, p. 1451—1453.

(562) **Vogt, Carl,** und **Emil Yung,** Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Braunschweig 1888, p. 581—618.

(563) **Volkmann,** Ueber das Gefässsystem der Meersterne. Oken's Isis, 1837, p. 513—514.

(564) **Vulpian, A.,** Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux, faites au Muséum d'histoire naturelle. Paris 1866.

(565) **Wagner, Nicolas,** Die Wirbellosen des Weissen Meeres. 1. Bd. 1885.

(566) **Walch, J. E. J.,** Nachricht von zwei seltenen Seesternen. Der Naturforscher. Stück 2, Halle 1774, p. 76—79.

(567) —— Abhandlung von der Reproduction der Seesterne. Der Naturforscher, 4. Stück, Halle 1774, p. 57—66.

(568) **Walter, Alfr.,** Ceylon's Echinodermen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 18, 1885, p. 365—384.

(569) **Watase, S.,** On the Morphology of the Compound Eyes of Arthropods. Stud. Biol. Lab. J. Hopkins Univ. Vol. 4, 1890, (p. 324—326, Auge der Echinodermen).

Webb, s. **Barker-Webb.**

Weissenborn, s. **Kükenthal.**

(570) **Wiegmann, Ar. Fr. Aug.,** Diagnosen zweier neuen Seesterne von Meyen's Reise um die Erde. Arch. f. Naturg. 1835, p. 307.

(571) **Williams, Thomas,** On the Uses of the Sandcanal in the Starfishes. Ann. Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 19, 1857, p. 55—56.

(572) —— On the so-called „Water-vascular System". Ann. Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 19, 1857, p. 133—134.

(573) **Williamson, W. C.,** A notice of two hitherto undescribed species of Radiaria from the Marlstone of Yorkshire. Loudon's Mag. Nat. Hist. Vol. 9, London 1836, p. 425—429.

(574) —— Exhibit and Remarks on Astropecten orion, Kellaways Rock, Pickering, Yorkshire. Proc. Geol. Soc. 1892, p. 184—185.

(575) **Wilson, H.,** The nervous system of the Asteridae; with observations on the structure of their organs of sense, and remarks on the reproduction of lost rays. Transact. Linn. Soc. London, Vol. XXIII, 1860, p. 107—123. pl. XIII—XV.

(576) **Wood-Mason, J.,** and **A. Alcock,** Natural History Notes from H. M. Indian Marine Survey Steamer „Investigator". Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 7, 1891 (Echinoderma, p. 12—15 and p. 427—443).

(577) **Woods, H.,** Catalogue of the Type Fossils in the Woodwardian Museum. Cambridge 1891 (erschien. Jan. 1892).

(578) **Woods, J. E. Tenison,** A List of Australian Starfishes. Transact. and Proc. Philos. Soc. Adelaide (1878—1879) 1879, p. 89—93.

(579) **Worthen, A. H.,** and **S. A. Miller,** Descriptions of new Carboniferous Echinoderms. Geological Survey of Illinois, Vol. VII, 1883 (Asteroidea, p. 327—329).

(580) **Wright, Thom.,** Monograph on the British fossil Echinodermata from the Oolitic Formations. Vol. II, Part 1, Asterioidea. Palaeontog. Soc. London 1862. 4°.

(581) **Xantus, John,** Descriptions of three new species of Starfishes from Cape St. Lucas. Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia 1860, p. 568.

Yarrow, s. **Coues.**

Yung, s. **Vogt.**

(582) **Zittel, K. A.,** Handbuch der Paläontologie. I. Bd. 1. Abth. München und Leipzig 1876—1880. 8°.

Verbesserung zum vorstehenden Literatur-Verzeichniss.

p. 473, Zeile 12 von unten; es fehlt am Anfang der Zeile die Nummer (179a).

III. Geschichte.

Wie aus den Schriften des Aristoteles (16) und des Plinius (434) erhellt, waren die Seesterne den Alten wohl bekannt. Auch das Mittelalter hindurch blieben sie keineswegs ganz unbeachtet. Indessen beginnt ihre wissenschaftliche Erforschung doch erst im sechszehnten Jahrhundert, um dessen Mitte Belon (60) ihre Verwandtschaft mit den Seeigeln zuerst erkannte und ihre Bewegungsorgane in ganz zutreffender Weise als bewegliche Saugfüsschen, die er promuscides nennt, beschrieb. Seine Entdeckung blieb aber lange Zeit unbeachtet; sein gleichzeitiger Landsmann Rondelet (456, 457) hat davon ebensowenig eine Ahnung, wie der etwas spätere Aldrovandi (15). Noch anderthalb Jahrhunderte mussten vergehen, bis Lhwyd (Luidius) in seiner Abhandlung über die Seesterne der englischen Küste (320) die schon durch Belon gewonnene Erkenntniss wieder belebte. Bei ihm findet sich auch die erste Angabe über die Regenerationsfähigkeit der Seesternarme. Die echten *Asteroidea* unterscheidet er von den Ophiuren als *stellae coriaceae s. tardigradae.* Wie schon vorher Rondelet, Columna (87) und Aldrovandi, so bereitete auch Lhwyd unsere Kenntnisse der europäischen Arten vor, während Marcgrav (331) und Rumph (458) das Gleiche für die südamerikanischen und ostindischen Formen thaten. Das Verständniss der Seestern-Organisation aber erfuhr damals die erste Förderung durch Réaumur (445), der die Anordnung und Bewegungsweise der Füsschen, die er zuerst mit diesem Namen bezeichnete, an einer Asterias-Art näher erläuterte und deren Beziehungen zu den von ihm entdeckten Füsschen-Ampullen darlegte, wenn ihm auch die Radialkanäle des Wassergefässsystems noch unbekannt blieben. Er ist auch der Erste, der die Wirbelreihe des Armskeletes beschrieb und auf die contractionsfähigen Kiemenbläschen der Körperwand aufmerksam machte.

Nach einigen, nur für die Geschichte des Systemes Interesse bietenden Mittheilungen von Petiver (425), Barrelier (21) und Lochner (288) konnte dann in den dreissiger Jahren des vorigen Jahrhunderts Linck (284) mit seinem bahnbrechenden Werke hervortreten, in dem er alles bis dahin Bekannte zusammenfasste und durch eigene Beobachtungen in dem Maasse bereicherte, dass seine Schrift noch heute die Grundlage unserer Artenkenntniss bildet. Das von ihm aufgestellte System, auf das wir später bei der Geschichte des Systemes zurückkommen müssen, ist freilich ein durchaus künstliches, da es lediglich von der Zahl der Arme ausgeht. Aber er erkannte in der Ausbildung der ambulacralen Armrinnen ein auch noch jetzt allgemein gültiges Unterscheidungsmerkmal der echten Seesterne, die er darum „*stellae fissae*, aufgeritzte Meersterne“ nennt, von den Schlangensternen. Mit der Thatsache, dass die Füsschen wirkliche Locomotionsorgane sind, vermag er sich zwar noch nicht zu befreunden. Die Madreporenplatte schildert er unter der Bezeichnung verruca dorsi

als ein stets excentrisch und interradial gelegenes Organ und ist geneigt, sie ganz richtig für ein allen echten Seesternen eigenthümliches Gebilde zu halten. Den Steinkanal beschreibt er als tuba verrucae und lässt denselben eine zerreibliche, kalkige Substanz umschliessen, meint aber, er sei an beiden Enden geschlossen. Auch ist ihm nicht unbekannt, dass die Armrinnen erweitert und verengert werden können. Zugleich veröffentlichte Linck die anatomischen Untersuchungen Kade's (257), durch welche wir zuerst etwas von den radiären Blinddärmen und den in ihrer Bedeutung als solchen allerdings noch nicht verstandenen Geschlechtsorganen der Seesterne erfahren. Unter der Madreporenplatte beobachtete Kade ausser dem Steinkanal ein zweites, zarteres Gebilde, das offenbar dem „Herzen" der späteren Autoren entspricht. Er scheint auch die Radialkanäle des Wassergefässsystemes schon gesehen zu haben und zeigt, dass die Wirbel des Armskeletes, von denen er die erste genaue Beschreibung gibt, aus je zwei Stücken zusammengesetzt sind.

Nachdem dann Bianchi (431—433) die von Gualtieri (201) vorgeschlagene Bezeichnung Cerebrites sive Maeandrites für Linck's verruca dorsi aufgenommen, brachte die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts fast nur Systematisches auf unserem Gebiete hervor. Linné (286) stellte seinen, auch die Schlangensterne und Comatuliden umfassenden Gattungsbegriff *Asterias* auf; Parelius (395), O. F. Müller (377—379), Pennant (397), Retzius (447, 448) und Fabricius (131) beschrieben die nordeuropäischen und grönländischen, Olivi (392) einige adriatische, Seba (485) auch verschiedene aussereuropäische Arten; Brugière (75) dehnte den Namen Echinodermen, den Klein für die Seeigel eingeführt hatte, zuerst auch auf die Seesterne aus. Für die Entwicklung der anatomischen Kenntnisse ist dieser Zeitraum so gut wie ergebnisslos; nur bei Parelius begegnen wir der ersten Wahrnehmung der Pedicellarien und bei Fabricius der ersten Angabe, dass die Madreporenplatte, die er irrthümlich für einen After hält, durchbohrt sei.

Cuvier's (101, 103) nachhaltigem Einflusse auf die ganze Entwicklung der Zoologie ist es zu danken, dass auch für die Erforschung der Seesterne mit dem Beginne unsers Jahrhunderts eine neue Zeit anhebt, die zunächst in einer Schrift von Spix (512), ferner in den Arbeiten Meckel's (102, 345a) und seines Schülers Konrad (261) und endlich in dem noch heute mustergültigen Werke Tiedemann's (544) ihren Ausdruck fand. Spix schmeichelte sich selbst mit der Meinung, das Nervensystem unserer Thiere entdeckt zu haben; was er aber als solches beschrieb, hat, wie schon Tiedemann zeigte, gar nichts damit zu schaffen. Während Cuvier die Genitalschläuche für zwitterig gehalten, sah Spix sie nicht minder irrig in allen Fällen als Eierstöcke an und glaubte dafür in den bereits von Kade beschriebenen beiden Kanälen unter dem Madreporenkanale (= Steinkanal und „Herz") die männlichen Organe vor sich zu haben. Konrad's vortreffliche Dissertation ist sowohl von seinen Zeitgenossen als auch in der Folgezeit viel weniger beachtet worden als sie verdient.

Zwei Jahre vor Tiedemann's grosser Arbeit*) erschienen, enthält sie eine Reihe von belangreichen Entdeckungen, die gewöhnlich ausschliesslich dem Letzteren, dem Konrad's Schrift allerdings unbekannt war, zugeschrieben werden. So ist Konrad und nicht Tiedemann der Entdecker der interradialen Blindsäcke des Magens, des Wassergefässsystemes als eines in sich zusammenhängenden Apparates, des Wassergefässringes und der Poli'schen Blasen, der jetzt gewöhnlich nach Tiedemann genannten Körperchen am Wassergefässringe, der Zugehörigkeit des Steinkanales zum Wassergefässsysteme und der schon von Kade gesehenen, aber nicht verstandenen radialen Wasserkanäle. Auch den Längsmuskel an der dorsalen Wand der Arme hat er bereits gefunden. In Bezug auf seine Kenntniss der Füsschen-Anordnung (schon Fabricius unterschied Seesterne mit zwei und andere mit vier Füsschenreihen), der Musculatur der Armwirbel und der Genitalöffnungen blieb Tiedemann sogar hinter Konrad zurück. Aeussere Gründe scheinen es veranlasst zu haben, dass Tiedemann's Arbeit besser bekannt wurde und dadurch einen mächtigen Einfluss auf die späteren Forscher ausübte, der der Konrad'schen Publication versagt blieb. Bei allen Vorzügen der Tiedemann'schen anatomischen Darlegung fehlen freilich auch einige auffallende Mängel nicht; sowohl die Muskeln der Wirbel und der Körperwand als auch die Poren der Madreporenplatte sind ihm entgangen und über die Function der Genitalschläuche, deren Oeffnungen er an eine ganz verkehrte Stelle verlegt, hält er an der falschen Ansicht fest, dass sie stets nur Ovarien seien — infolgedessen gelangt er zu der Vorstellung, dass die Seesterne sich immer nur parthenogenetisch fortpflanzen könnten. Aber nicht nur auf die Anatomie erstreckten sich seine Untersuchungen. Auch in den histologischen Bau der Organe versuchte er, soweit es damals möglich war, einzudringen. Zugleich bemühte er sich mit einem Eifer, der ihn namentlich in Betreff des Blutgefässsystemes weiter führte, als die Beobachtungen gestatteten, zu ganz bestimmten Vorstellungen über die physiologische Bedeutung der einzelnen Organe zu gelangen und stellte zu diesem Zwecke die ersten Experimente an dem lebenden Thiere an. Endlich ist hervorzuheben, dass er auch schon über das Wachsthum der Arme die durchaus zutreffende Ansicht vertritt, dass die Entstehung neuer Wirbel an der Spitze der Arme erfolgt.

Mit Tiedemann's Werk war die Anatomie der Seesterne für einige Zeit zum Stillstand gekommen, während die Kenntniss der Arten und ihre systematische Bearbeitung in allmählicher Beschleunigung zunahm durch die Mittheilungen von Montagu (367), Leach (278), Otto (393) Audouin (17), Sabine (459), Desjardins (109), Desmoulins (111), Wiegmann (570), Johnston (251), D'Orbigny (20), Philippi (427), Gervais (158), Grube (193), sowie durch die umfassenderen Ver-

*) Tiedemann's Abhandlung erschien 1816, ist aber, wie der Verfasser in der Vorrede angibt, schon im Jahre 1812 niedergeschrieben. Daraus erklärt sich, dass Tiedemann die Konrad'sche Dissertation nirgends erwähnt.

öffentlichungen von Delle Chiaje (83, 84) und Risso (450) über die mittelmeerischen, Flemming (140) und Forbes (145) über die englischen, Say (476) über die nordamerikanischen und Brandt (67—70) über die nordasiatischen Formen. Unter allen diesen Forschern ragt Delle Chiaje hervor durch die sorgfältige, auch die anatomischen Verhältnisse berücksichtigende Bearbeitung der im Golfe von Neapel lebenden Arten. Gleichzeitig versuchten sich Lamarck (275) und nach ihm Blainville (64—66) an einer systematischen Zusammenfassung aller damals bekannten Arten, für welche Lamarck den Linné'schen Gattungsbegriff *Asterias* so einschränkte, dass er nur noch die echten *Asteroidea* umfasste. Von Blainville (64) rührt die noch jetzt gebräuchliche Bezeichnung Ambulacralstücke für die Wirbelhälften her; von demselben (65) auch die Benennung Madreporenplatte („tubercule madréporiforme"). Lamarck (275) erörterte nebenbei die durch Regeneration erfolgende Entstehung sogenannter Kometenformen und bezeichnete die Madreporenplatte bereits als porös.

Alsdann machte Nardo (381) in allzu grosser Kürze den ersten Versuch, die Linné-Lamarck'sche Gattung *Asterias* in mehrere Gattungen aufzulösen — ein Versuch, den bald darauf L. Agassiz (10) und später Forbes (144) in weit gründlicherer Weise und darum auch mit mehr Erfolg wiederholten und fortführten. Auf dem so vorbereiteten Boden konnten nunmehr, in ein und demselben Jahre 1840, in Deutschland Müller und Troschel (369, 374) und in England Gray (174) neue Systeme der Seesterne aufstellen, von denen ein jedes eine Menge neuer Gattungen und Arten enthält und eine Gruppirung derselben zu natürlichen Familien anstrebt. Beide Systeme wurden in den nächsten Jahren von ihren Begründern weiter ausgebaut, so von Müller und Troschel namentlich in ihrem im Jahre 1842 erschienenen System der Asteriden (375), dem sie zwei Nachträge (in den Jahren 1843 und 1844) folgen liessen, und von Gray in mehreren Schriften (175—177), an welche sich erst im Jahre 1866 eine durch Abbildungen erläuterte, abermalige und vielfach ergänzte Wiedergabe (178) seines Systemes anschloss. Durch die grössere wissenschaftliche Vertiefung und die ausführlichen Diagnosen der Gattungen und Arten hat das Müller-Troschel'sche System bis in die Mitte der siebziger Jahre den Vorrang vor dem Gray'schen behauptet, um erst dann den neueren Klassificationen (s. unten) nach und nach zu weichen.

Während dieser vorwiegend systematischen Entwicklungsperiode war das Interesse an der Anatomie der Seesterne allmählich wieder erwacht. v. Siebold (491) untersuchte den Bau des Steinkanales; Ehrenberg (126) entdeckte die Augen; Volkmann (563) machte einige kurze Bemerkungen über das „Herz", das Auge, die Genitalöffnungen und das Gefässsystem; Sharpey (490) schilderte die von O. F. Müller für Parasiten gehaltenen Pedicellarien, beschrieb die Poren der Madreporenplatte, erklärte dieselbe für einen Filtrirapparat der Wassergefässflüssigkeit und stellte die seit Réaumur festgehaltene und auch von ihm selbst anfänglich vertretene

Behauptung, dass die Kiemenbläschen von einer Oeffnung durchbrochen seien, in Abrede. Rathke (444) und Kölliker (259) erbrachten den Nachweis, dass die bis dahin entweder nur für Eierstöcke oder für Zwitterdrüsen angesehenen Genitalschläuche in dem einen Individuum wirklich Eierstöcke, in dem anderen aber Hoden sind, und stellten dadurch die Getrenntgeschlechtlichkeit unserer Thiere fest. Schliesslich gab v. Siebold (492) in seinem Lehrbuche der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere eine vortreffliche kritische Zusammenstellung der damaligen anatomischen Kenntnisse.

Auch die fossilen Seesterne wurden in jenem Zeitraume Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung, zunächst und vor allen durch Goldfuss (168), an den sich Williamson (573), Desmoulins (111), L. Agassiz (10), v. Hagenow (206), F. A. Römer (451), Graf Münster (380), Thorent (542), Graham, Anthony und James (172) und Locke (289) anreihten.

In das letzte Jahrzehnt dieses Zeitraumes fallen endlich die ersten Angaben über die bis dahin ganz unbekannten Larven. Durch die Entdeckung des von ihm als *Bipinnaria asterigera* bezeichneten, seiner wahren Natur nach freilich noch nicht gleich verstandenen Geschöpfes eröffnete M. Sars (465) die später so reiche Literatur über die Ontogenie der Seesterne. Erst zwölf Jahre nachher zeigten Koren und Danielssen (262), dass die *Bipinnaria* in Wirklichkeit die Larve eines Seesternes ist, wie Sars selbst schon drei Jahre zuvor (467) vermuthet hatte. Unterdessen hatte der Letztere den nicht minder wichtigen Nachweis (467, 468) erbracht, dass es auch Seesterne gibt mit einer abgekürzten, der freischwimmenden Larve entbehrenden Entwicklung, die mit einer besonderen Brutpflege einhergeht.

An diese grundlegenden Beobachtungen knüpfte Joh. Müller mit seinen bewundernswerthen Untersuchungen an (370, 2, 3, 4). Er machte uns mit einer zweiten, von ihm *Brachiolaria* genannten Form der Seesternlarven bekannt und untersuchte den Bau und die Umbildung der Bipinnarien, Brachiolarien, sowie der anderen, abgekürzt sich entwickelnden Jugendformen. Zugleich betrat Joh. Müller mit festen und erfolgreichen Schritten den Boden der vergleichenden Betrachtung der Larven sowohl, wie der ausgebildeten Thiere, indem er ihre Beziehungen zu der Entwicklung und Organisation der übrigen Echinodermen auseinandersetzte (370, 6; 372). In dieser Richtung waren ihm, was das Skelet der erwachsenen Seesterne angeht, Duvernoy (123) und Gaudry (156) vorausgegangen, während seine entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen durch gleichzeitige kleinere Mittheilungen von Desor (112, 113), P. J. van Beneden (547), L. Agassiz (12), Busch (78) und Krohn (265) ergänzt wurden.

Nach Joh. Müller gingen die einzelnen Forschungszweige auf unserem Gebiete immer schärfer auseinander, sodass es sich auch für diese historische Uebersicht empfiehlt die Hauptrichtungen von hier an gesondert zu verfolgen.

Um zunächst zur Systematik zurückzukehren, so blieb das Müller-Troschel'sche System noch mehr als ein Menschenalter das Fachwerk, in welches fast alle Specialforscher ihre Funde eintrugen. Die zahlreichen systematischen Beiträge der Jahre 1842—1875 vermehrten die Zahl der Arten immer mehr. In Betreff der Gattungen war das Auffinden der merkwürdigen Gattung *Brisinga* durch Asbjörnsen (473) von besonderer Bedeutung, weil uns in ihr die erste characteristische Art der Tiefsee entgegen trat, auf deren imposanten Formenreichthum wir nachher zurückkommen werden.

Die meisten systematischen Bereicherungen dieser Zeit und weiter bis in unsere Tage verdanken ihre Entstehung der genaueren Durchforschung einzelner Meeresgebiete und haben demnach zugleich eine faunistische Bedeutung. So bauten, um mit den europäischen Meeren zu beginnen, de Filippi (137), M. Sars (469), Grube (196, 197), Lorenz (291), Heller (222, 223), Gasco (154, 155), v. Marenzeller (333), ich (302, 305), Stossich (520), Carus (82), Schmidtlein (479), Gräffe (171) und Lo Bianco (287) die systematische und biologische Kenntniss der Mittelmeer-Arten weiter aus. Die Seesterne der französischen Küste untersuchten P. Fischer (139), Th. Barrois (24) und Koehler (258), die der englischen Gewässer Dalyell (105), Barrett (22), Norman (387, 388), Hodge (230), Herdman (226), Hoyle (237) und insbesondere Sladen (496, 498, 499, 501, 505) und Bell (35, 37, 44, 46, 48, 50. 53, 54, 56, 57); Letzterer gab schliesslich in seinem Catalog der britischen Echinodermen (56) eine sehr gute kritische Uebersicht aller dort lebenden Formen. Besonders zahlreich sind die Arbeiten, die sich auf nordatlantische und arctische Arten beziehen; um nicht alle aufzuzählen, seien hier nur die wichtigsten genannt: Lütken (311, 316) und Petersen (424) bearbeiteten die dänischen Arten; Möbius und Bütschli (366) diejenigen der Nordsee; Düben und Koren (116), M. Sars (468, 470, 473, 263), G. O. Sars (463, 464), Storm (518), Nordgaard (386) und Grieg (190) erforschten die Seestern-Fauna der scandinavischen Küsten; Steenstrup (513), Lütken (312), v. Marenzeller (334), Duncan und Sladen (118), D'Urban (119), F. Fischer (138), Hoffmann (234), ich (309), Levinsen (283), Stuxberg (532—534) und Ives (248) brachten Aufklärung über die arctischen Formen. Die Arten der atlantischen Inseln erörterten Greeff (183, 188). Perrier (400), Bell (29), Th. Barrois (25), Heilprin (219), Simroth (494) und Ives (247). Die Fauna der nord- und mittelamerikanischen Küsten fand ihre Bearbeiter in Stimpson (515, 516), Xantus (581), Verrill (548—558), A. Agassiz (3, 5), Coues und Yarrow (90), v. Martens (339) und Ives (245—247). Südamerikanische Arten untersuchten Lütken (313), Rathbun (442), ich (308) und Philippi (428—430). Mit antarctischen Arten wurden wir namentlich durch Smith (508—511), Studer (522, 523, 527), Bell (30) und ganz besonders durch Perrier (418) bekannt, mit australischen durch Hutton (238—242), Woods (578), Bell (41) und Ramsay (441).

Die ostasiatischen Seesterne studirten v. Martens (338, 345), Sladen (495, 504), Bell (33, 38—40, 42, 45), Walter (568), Döderlein (114), Sluiter (507) und Ives (246), die ostafrikanischen Michelin (353, 354), Peters (423), v. Martens (341), Möbius (365), Gray (179a), ich (306), Hoffmann (233), Bell (43) und de Loriol (294). — Die Ausbeute einzelner grösseren maritimen Expeditionen beschrieben Studer (526), Meissner (346) und Perrier (417, 418). — Ohne Begrenzung auf ein bestimmtes Faunengebiet wurden einzelne Gattungen und Arten untersucht und beschrieben von Gray (179), Grube (194, 195, 198, 199), Möbius (363), Stimpson (517), Lütken (314, 315, 317), Jullien (256), Bell (28, 31, 32, 34, 36, 52, 55, 59), Loriol (293, 295, 296), Rathbun (443), Ives (243), Hartlaub (215) und v. Martens (340).

Während alle die vorstehend angeführten Beiträge sich ausschliesslich oder doch vorwiegend auf Arten der Littoralzone beziehen, über deren geographische Verbreitung Perrier (402) eine Uebersicht gab, brachten die in den letzten 25 Jahren unternommenen Tiefsee-Forschungen eine ganz neue, überraschend reiche und anscheinend noch lange nicht erschöpfte Fülle interessanter Formen ans Licht. Sladen (500, 503) bearbeitete die grossartigen Funde der englischen „Challenger"-Fahrt, über welche Thomson (541) einen vorläufigen Bericht gegeben hatte. Danielssen und Koren (106, 107) schilderten die von der norwegischen Tiefsee-Expedition heimgebrachten Arten; Verrill (558) berichtete über die Ausbeute des „Albatross"; v. Marenzeller (336, 337) beschrieb die Seesterne der österreichischen Mittelmeer-Fahrten, Alcock (576, 14) die vom „Investigator" im indischen Meere erbeuteten. Neben Sladen ragt aber in besonderer Weise Perrier durch seine rege Thätigkeit auf dem Gebiete der Tiefsee-Asteroiden hervor; er veröffentlichte die Ergebnisse der unter der Leitung von A. Agassiz veranstalteten amerikanischen Fahrten (404, 405, 410) dann diejenigen der ostatlantischen Fahrten der französischen Schiffe „Travailleur" und „Talisman" (408, 409, 411, 412, 413)*) und endlich auch die des fürstlich Monaco'schen Schiffes „l'Hirondelle" (419, 420).

Dass alle diese Funde zu einer Revision und Umgestaltung der Systematik drängten, ist selbstverständlich. Den ersten Anlauf dazu unternahm Perrier in seiner Revision der Seesterne des Pariser Museums (399), indem er den Versuch machte, das Vorkommen und die verschiedene Gestalt der von ihm schon früher (398) untersuchten Pedicellarien für die Begründung systematischer Kategorien zu verwerthen. Sein Schüler Viguier (559) unterwarf nach dem Vorgange von A. Agassiz (5) die Skelettheile überhaupt und diejenigen der Mundumgebung insbesondere einer genaueren, vergleichenden Untersuchung und benutzte die so gewonnenen neuen Gesichtspunkte zu einer schärferen Begrenzung der Gattungen und Familien. Gestützt auf diese Untersuchungen und unter noch einseitigerer

*) Soeben in ausführlicher Darstellung erschienen in: Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman: Echinodermes, I. Paris 1894. 4° avec 26 pl.

Betonung der systematischen Bedeutung der Pedicellarien und der Skelettheile überhaupt stellte dann Perrier (410) sein neues System der Seesterne auf, welches er auch in seinem neuesten, eben erschienenen Werke*) mit einigen Modificationen festhält. Von einer anderen Grundlage geht das unterdessen an der Hand der „Challenger“-Seesterne entstandene System Sladen's (503) aus, das das Vorhandensein oder Fehlen der Randplatten und die Anordnung der Kiemenbläschen in den Vordergrund stellt. Auf beide Systeme, das Perrier'sche und das Sladen'sche, werden wir in dem die Systematik behandelnden Kapitel dieses Buches ausführlicher zurückkommen**).

Neben der soeben in ihren Grundzügen geschilderten Entwicklung unserer Kenntniss der lebenden Formen ging eine rasche Zunahme der bekannten fossilen Arten einher. Abgesehen von manchen kleineren Publicationen anderer Paläontologen und Zoologen sind es vorzugsweise die Arbeiten von Forbes (147—150), Hall (208, 209), Sandberger (461), Joh. Müller (373), Jos. Müller (376), Salter (460), Heller (221), Quenstedt (438—440), Billings (62, 63), Wright (580), F. Römer (452), Simonowitsch (493), Geinitz (157), de Loriol (292), Sladen (506), Miller (355—359), Fraas (152), Halfar (207) und Stürtz (528—531), welche uns über die Seesterne früherer Erdperioden weiter aufzuklären versuchten. Trotzdem sind wir auf diesem Gebiete, auf dem sich der Forschung recht schwer zu überwindende, eigenartige Schwierigkeiten in den Weg stellen, noch weit weniger zu einem befriedigenden Abschlusse gelangt, als das hinsichtlich der lebenden Arten der Fall ist.

Das Studium der gesammten descriptiven und vergleichenden Anatomie der erwachsenen Seesterne wurde nach Joh. Müller zuerst in Deutschland wieder aufgenommen durch Greeff (181, 182, 184) und Hoffmann (232), dann fortgesetzt durch Lange (276), Teuscher (536) und mich (299, 300) und neuerdings in Deutschland durch Hamann (212) und in Frankreich durch Cuénot (91, 93, 99); auch gaben Vogt und Yung (562) eine durch eigene Beobachtungen bereicherte, zusammenfassende Darlegung der neueren anatomischen Ergebnisse, die sich namentlich durch die Thätigkeit Hamann's und Cuénot's auch auf das histologische Gebiet immer weiter ausgedehnt haben. Daneben liefen Arbeiten über einzelne Organe und Organsysteme. Die Pedicellarien wurden von Herapath (225) und Perrier (398) näher erforscht; den Bau der Augen studirten Wilson (575), Haeckel (204), Mettenheimer (352), Jourdain (253) und Watase (569); das Nervensystem untersuchten Wilson (575), Owsjannikow (394), Baudelot (27), Hamann (211), Jickeli (250) und Cuénot (95); das Skelet wurde von A. Agassiz (5), mir (303), Viguier (559, 560) und Perrier (421) einer näheren Betrachtung

*) Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman; Echinodermes, I. Paris 1894, 4° avec 26 pl.

**) Doch sei hier im Voraus bemerkt, dass ich im Folgenden in der Regel die Gattungen und Arten im Anschlusse an Sladen anführen werde, mich dagegen in der Abgrenzung der Ordnungen und Familien an Perrier halte.

unterworfen; Perrier (416), Perrier und Poirier (422) und Cuénot (97) machten das Blutgefässsystem zum Gegenstande ihrer besonderen Untersuchungen; über das Wassergefässsytem handelten Williams (571, 572), Jourdain (254), ich (304, 310), Hartog (216), Durham (121) und Cuénot (96); den feineren Bau der Verdauungsorgane erörterte Frenzel (153); auf die Geschlechtsorgane und ihre Producte beziehen sich Arbeiten von mir (301), Studer (524), Jourdain (255), Perrier (406), Hamann (213), Cuénot (92) und Field (136); daran schliessen sich endlich Mittheilungen über die Regeneration und Selbsttheilung von Wilson (575), Lütken (318), Studer (521), Kowalevsky (266), Haeckel (205), v. Martens (342, 343), und P. und Fr. Sarasin (462).

Manche der erwähnten anatomischen und faunistischen Schriften enthalten zugleich physiologische und biologische Beiträge. Ausserdem beschäftigten sich mit einzelnen physiologischen Fragen Power (435), Vulpian (564), Fredericq (151), Krukenberg (268—271), Parker (396), Romanes und Ewart (455), Mac Munn (325—329), Preyer (436), Griffiths (191), Durham (120, 121), Kowalevsky (267), Graber (170), Greenwood (189), Demoor und Chapeaux (108), Loeb (290), Heim (220) und Prouho (437) und legten so den Grund zu einer besseren Kenntniss der Ernährungs- und Nervenphysiologie unserer Thiere.

Die Entwicklungsgeschichte wurde seit Joh. Müller mit besonderem Eifer gepflegt. Danielssen und Koren (473) setzten ihre Beobachtungen fort und machten uns mit der abgekürzten Entwicklung des *Pteraster militaris* O. F. Müll. bekannt. Andere Fälle einer abgekürzten und oft mit einer Brutpflege verknüpften Entwicklung lernten wir namentlich durch Philippi (430), Lacaze-Duthiers (273), Thomson (540) und Perrier (418) kennen. Die Larven und die Entwicklung der Organe studirten Thomson (537), M. Sars (471, 472), Hensen (224), A. Agassiz (1, 2, 5) Metschnikoff (347, 350), Schneider (480), Greeff (185, 187), J. Barrois (23), Goette (166), ich (307), Fewkes (132, 133), Bury (77), Brooks (74), Semon (489), Perrier (418), Field (134, 135), Russo (454) und Mac Bride (322). Den Befruchtungsvorgang und die ersten Entwicklungserscheinungen machten Fol (141—143), O. Hertwig (229) und Schneider (481) zum Gegenstand besonderer Forschungen.

Am Schlusse der Umschau über die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnisse der Seesterne ist endlich auch noch der zusammenfassenden Darstellungen zu gedenken, welche Bronn in der ersten Auflage dieses Werkes (73) sowie Dujardin und Hupé (117) gegeben haben, jener mehr vom morphologischen, dieser mehr vom systematischen Standpunkte aus. Eine Uebersicht der fossilen Formen verdanken wir Zittel (582), eine solche der ontogenetischen Thatsachen Korschelt in dem von ihm gemeinsam mit Heider herausgegebenen Lehrbuche der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere (264).

B. Morphologie.

I. Gesammt-Aussehen.

1. Form.

Für die Gesammtform des Seesternkörpers sind besonders bestimmend: a. das Verhältniss der Länge der freien Armabschnitte oder der Arme im engeren Sinne zu der Grösse der Scheibe; b. die Zahl der Arme; c. die grössere oder geringere Abflachung der Scheibe und die Form der Arme.

a. Bei grösster Verkürzung der freien Armabschnitte kommt eine pentagonale Körpergestalt zur Ausbildung, wie sie am deutlichsten bei den Pentagonasteriden, den *Culcita*-Arten und den Pterasteriden vorliegt. Die Seiten des fünfeckigen Körpers können dabei fast ganz gerade werden oder doch nur eine sehr schwache Concavität zeigen, während sie in anderen Fällen erheblicher eingebuchtet sind und dadurch die fünf den Armen entsprechenden Ecken des Pentagons bestimmter hervortreten lassen. Den stärksten Gegensatz zu diesen pentagonalen Formen, aber durch eine lange Reihe von Uebergängen dennoch damit verbunden, stellen die Brisingiden dar mit ihrer winzigen Scheibe und ihren von der Scheibe abgesetzten, ungemein langen Armen, die dadurch eine freilich nur ganz oberflächliche Aehnlichkeit mit den Schlangensternen bekommen.

b. Die überwiegende Mehrzahl der Arten hält an der Fünfzahl der Arme fest, wenn auch bei vielen, vielleicht sogar bei allen, hier und da einmal Exemplare mit nur vier Armen gefunden werden. Insbesondere zeichnen sich die pentagonalen Formen, sowie die mit wohlentwickelten Randplatten durch das Beharren auf der Fünfzahl aus. Mit der zunehmenden Länge der Arme und der im Verhältniss zur Armlänge abnehmenden Grösse der Scheibe, sowie mit dem Mangel deutlicher Randplatten scheint die Neigung zur Vermehrung der Armzahl eine immer grössere zu werden. So treffen wir die stärkste Zunahme der Armzahl bei den Brisingiden, Heliasteriden, Asteriiden und Echinasteriden. Bei den Brisingiden kennen wir überhaupt bis jetzt keine einzige Art, die sich mit nur fünf Armen begnügt; es besitzen vielmehr die *Brisinga*-Arten 7—11, die *Freyella*-Arten 6—13, die *Odinia*-Arten 14—19 Arme und bei *Labidiaster* kann die Armzahl von 25 bis 45 steigen und so die höchste überhaupt bekannte Ziffer erreichen. Daran schliessen sich die Heliasteriden mit 15—40 Armen, ferner aus den Asteriiden *Pycnopodia helianthoides* Br. mit bis zu 21 Armen und aus den Echinasteriden die *Acanthaster*-Arten mit einer bis 20 steigenden Armzahl. Auch bei den Pedicellasteriden gibt es Arten aus den Gattungen *Coronaster* mit 8—11, *Lytaster* mit bis

8 und *Pedicellaster* mit 6 Armen. Unter den Asteriiden begegnen wir ferner bei *Asterias tenuispina* Lam. und mehreren anderen Arten gewöhnlich 7, bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. mitunter, wenn auch selten, bis 8, bei *Asterias calamaria* Gray 6—12 und bei *Asterias volsellata* Slad. 11 Armen. Unter den Stichasteriden besitzt *Coelasterias australis* Verr. 12; unter den Solasteriden haben mehrere Arten 8—13 Arme; unter den Asteriniden kann die Armzahl 5, 6, 7 oder 8 sein und bei *Palmipes rosaceus* Lam. beträgt sie 15. Die isolirt stehende Art *Myxaster sol* Perr. hat 9—10 Arme. Bei verschiedenen *Linckia*-Arten steigt die Armzahl bis auf 7. Die Astropectiniden endlich lehren, dass die Ausbildung der Randplatten die Vermehrung der Arme keineswegs ganz zu hindern vermag; denn es gibt *Luidia*-Arten mit 7, 7—9, 9 und 8—10 Armen.

c. Scheibe und Arme sind in der Regel in dorsoventraler Richtung abgeflacht und zwar auf der Unterseite noch stärker als auf der Oberseite. Der den Umkreis des Körpers bildende Rand ist gewöhnlich gerundet, seltener, z. B. bei *Asterina*- und *Palmipes*-Arten, scharf. Sind gutentwickelte Randplatten vorhanden, so bezeichnen dieselben in bestimmter Weise die Grenze der Ober- und Unterseite; fehlen dieselben, so gehen Ober- und Unterseite oft ohne bestimmte Grenze allmählich in einander über. Die Oberseite wird auch als dorsale oder aborale oder abactinale Seite bezeichnet und die Unterseite als ventrale oder orale oder actinale. Am weitesten geht die Abflachung des ganzen Körpers wohl bei dem mittelmeerischen *Palmipes membranaceus* Linck, der die Gestalt eines abgerundet fünfeckigen, durchscheinend dünnen Cartonblattes annimmt. Auf der anderen Seite fehlt es nicht an Arten, bei denen die Abflachung der Scheiben-Oberseite nicht zur Ausprägung gelangt ist. Alsdann erscheint der Scheibenrücken mehr oder weniger gewölbt, erhoben, aufgetrieben; so z. B. bei *Pteraster*, *Hymenaster*, *Marginaster*, *Pentaceros*, *Culcita*, einzelnen *Porcellanaster*-Arten, manchen Solasteriden und Asteriiden. Auch die Arme sind dann auf der Oberseite in der Regel gewölbt statt abgeflacht — im Leben durchweg noch stärker als an den conservirten Exemplaren, deren Scheiben- und Armrücken oft ganz erheblich eingesunken ist und dadurch der Form des lebenden Thieres nicht mehr entspricht. Aber auch bei ziemlich flacher Scheibe können die Arme eine gewölbte Oberseite haben, wie dies am besten die Brisingiden zeigen, deren Arme noch dazu in ihrem basalen Theile gewöhnlich angeschwollen sind. Nicht selten, z. B. bei *Pentaceros*, gehen von der Mitte des Scheibenrückens fünf stumpfe Längskanten aus, welche den dorsalen Medianlinien der einzelnen Arme folgen und so dem ganzen Armquerschnitt zu einer abgerundet dreikantigen Form verhelfen. Dabei können die dorsalen Längskanten der Arme auch noch durch stärkere Entwicklung der Stacheln ausgezeichnet sein. Sowohl bei kantigen als bei einfach gewölbten Armen kann die dorsale Medianlinie der Arme auch durch eine Reihe besonders entwickelter Skeletplatten ausgezeichnet sein, z. B. bei *Ophidiaster*- und *Narcissia*-Arten, bei *Cnemidaster* und *Pholidaster*.

Nicht ohne merklichen Einfluss auf das Gesammtaussehen ist der Umstand, ob der Rand der Arme von der Basis bis zur mehr oder weniger abgerundeten Armspitze in gerader oder in convexer Richtung verläuft; in ersterem Falle, der der häufigere ist, stellt der Umriss des Armes ein kurzes oder langes Dreieck dar; im zweiten Falle, z. B. bei manchen *Astropecten-, Luidia-, Hymenaster-, Korethraster*-Arten, wird er mehr oder weniger lancett- oder blattförmig. Besonders schmal werden die Arme, wenn ihre oberen Randplatten in der dorsalen Medianlinie des Armes zusammenstossen, wobei jene Linie zugleich eine Längsreihe von Stacheln tragen kann, wie bei *Styracaster horridus* Slad., und *armatus* Slad. oder derselben entbehrt, wie bei *Hyphalaster inermis* Slad., *Thoracaster cylindratus* Slad., *Nymphaster albidus* Slad. Das Vorhandensein oder Fehlen der Randstacheln sowie deren Form, Zahl und Grösse trägt ebenfalls sehr dazu bei, die Körpergestalt der Seesterne als eine sehr mannigfaltige erscheinen zu lassen. Recht auffallend ist auch manchmal die besondere Grösse der Terminalplatten, z. B. bei *Porcellanaster*- und *Hyphalaster*-Arten.

Der Scheibenrücken erhebt sich bei einigen Arten in seiner Mitte zu einem kurzen oder längeren, kegel- oder zapfenförmigen Fortsatz, dem Rückenanhang (appendice épiproctal Perrier's), der am stärksten bei *Ilyaster mirabilis* Dan. und Kor., *Caulaster pedunculatus* Perr. und *Porcellanaster caulifer* Slad. entwickelt ist und hier auch nicht wie sonst aufrecht steht, sondern niedergebogen erscheint; weniger lang ist er bei *Caulaster sladeni* Perr., den meisten *Porcellanaster*-Arten, bei *Ctenodiscus* und einzelnen *Astropecten*-Arten, ferner bei *Hyphalaster* und *Pseudaster*; an den lebenden Thieren ist er oft undeutlicher als an den in Weingeist conservirten.

2. Grösse.

Zur Bezeichnung der Körpergrösse benützt man am besten die Länge des Armradius, worunter man die gerade Entfernung der Armspitze von der Hauptaxe, also die Länge einer radialen Hauptebene, versteht; das Wort „Arm“ ist hier für das ganze Antimer (s. S. 462) gebraucht. Bei ganz regelmässig ausgebildeten Seesternen sind die Armradien desselben Thieres unter sich gleich; doch sind geringe Verschiedenheiten der Armradien desselben Individuums nicht selten; grössere Verschiedenheiten sind fast immer dadurch bedingt, dass einzelne Arme ganz oder theilweise in Verlust gerathen waren, dann regenerirt wurden, aber das Maass der übrigen Arme noch nicht wieder erreicht haben. Die Länge des Armradius gibt zugleich eine Vorstellung von der Gesammtgrösse des Thieres. Will man aber die grösste Länge des ganzen Thieres unmittelbar messen, so muss man sich den Radius eines Armes über die Hauptaxe hinaus verlängert denken, bis er die Verbindungslinie der Spitzen der beiden ihm gegenüberliegenden Arme trifft. Diese Linie der grössten Länge ist natürlich immer kürzer als der doppeltgenommene

Armradius; um wieviel sie kürzer ist, hängt von der Zahl der Arme ab: bei einem fünfarmigen Seesterne ist sie verhältnissmässig kürzer als z. B. bei einem achtarmigen und bei diesem wieder kürzer als bei einem elfarmigen u. s. w. Man kann also aus dem Armradius nur dann die grösste Länge durch Rechnung finden, wenn man zugleich die Zahl der Arme kennt. Ausser dem Armradius wird bei neueren Seestern-Beschreibungen mit Recht stets auch die Länge des Scheibenradius angegeben, worunter man die gerade Entfernung der Spitze des von zwei benachbarten Armen gebildeten Winkels von der Hauptaxe, also die Länge einer interradialen Hauptebene, versteht. Zur Abkürzung bedient man sich des Buchstabens R für den Armradius und des Buchstabens r für den Scheibenradius. R wird auch der grosse und r der kleine Radius genannt. Meistens wird auch das Verhältniss von r : R angegeben, wobei r gleich 1 gesetzt wird. Für die genaue Beschreibung der Seesterne ist es manchmal auch noch von Vortheil, die Breite des freien Armes, an seiner Basis gemessen, anzugeben, obschon sich dieses Maass auch aus der Grösse von R und r berechnen lässt, sobald die Zahl der Arme bekannt ist.

Die Grösse, welche die Seesterne überhaupt erreichen, ist eine sehr verschiedene. Es gibt ganz kleine, kaum 1 cm grosse, und andere, die fast eine grösste Länge von 1 m erreichen. Um in dieser Hinsicht bestimmte Beispiele zu geben, wollen wir lediglich die Länge des Armradius zu Grunde legen. Dieses Maass = R beträgt bei den kleinsten Arten höchstens 2 cm; dann folgen kleine Arten, bei denen R bis 5 cm lang wird, dann mittelgrosse, deren R mehr als 5 und höchstens 15 cm misst, dann grosse, bei denen R bis auf 20 cm steigt, und endlich sehr grosse, deren R mehr als 20 cm beträgt. Weitaus die meisten Arten gehören zu den hier als mittelgrossen bezeichneten. Zu den kleinen Arten gehören beispielsweise viele *Pontaster-*, *Plutonaster-*, *Pseudarchaster-*, *Porcellanaster-*, *Hyphalaster-* und *Astropecten* -Arten, ferner manche Pentagonasteriden, Solasteriden und Pterasteriden. Die kleinste bis jetzt unterschiedene Art scheint der *Marginaster pentagonus* Perr. zu sein, dessen R nur 0,3 cm beträgt. Andere Beispiele von kleinsten Arten sind: die übrigen *Marginaster*-Arten, dann *Caulaster pedunculatus* Perr., *Korethraster setosus* Perr., *K. palmatus* Perr., *Hydrasterias richardi* Perr. *Lytaster inaequalis* Perr., *Asterina pancerii* Gasco, *Plutonaster abbreviatus* Slad., *Porcellanaster tuberosus* und *gracilis* Slad., *Leptoptychaster antarticus* Slad., *Chitonaster cataphractus* Slad., *Cnemidaster wyvillii* Slad. und viele Pterasteriden. Grosse Arten finden sich z. B. unter den Linckiiden, Pentacerotiden und Astropectiniden (*Linckia pacifica* Gray, *Pentaceros reticulatus* Linck, *Moiraster magnificus* Bell). Zu den sehr grossen Arten gehören in der europäischen Fauna *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *Luidia ciliaris* Phil., deren Armradius 22 cm lang wird, ferner *Plutonaster* (*Astropecten*) *subinermis* Phil., bei dem R 25 cm, und *Astropecten aurantiacus* L., bei dem R sogar 33 cm erreicht. Unter den aussereuropäischen begegnen wir besonders grossen Exemplaren

unter den Asteriiden bei *Pycnopodia helianthoides* Br. (R bis 25 cm), unter den Pentacerotiden bei *Pentaceros callimorpus* Slad. (R bis 28 cm), unter den Echinasteriden bei *Mithrodia clavigera* Lam. (R bis 26 cm), unter den Linckiiden bei *Leiaster speciosus* v. Mart. (R bis 26 cm) und unter den Astropectiniden bei *Luidia columbiae* Gray (R bis 22 cm) und *Luidia savignyi* Aud. (R bis 37 cm). Der zuletzt genannte Seestern scheint unter allen lebenden Arten der Littoralzone die bedeutendste Grösse zu erreichen, wird aber noch übertroffen von einer zu den Brisingiden gehörigen Tiefseeform, der *Freyella remex* Slad., deren R nicht weniger als 45 cm misst. Ueberhaupt ist die Familie der die Tiefen bewohnenden Brisingiden durch eine ungewöhnliche Länge des Armradius ausgezeichnet; eine ganze Reihe ihrer Arten zählen zu den Formen mit sehr grossem R, so *Brisinga endecacnemos* Asbj. (R bis 30 cm), *armillata* Slad. (R = 24 cm), *Odinia robusta* Perr. (R = 28 cm), *pandina* Slad. (R = 22 cm), *Freyella pennata* Slad. (R = 20—24 cm), *fragillissima* Slad. (R = 27 cm), *dimorpha* Slad. (R = 25 cm), *tuberculata* Slad. (R = 24 cm), *heroina* Slad. (R = 32 cm), *spinosa* Perr. (R = 30 cm). Abgesehen von den Brisingiden kann man indessen durchaus nicht behaupten, dass die Tiefseeformen sich im Ganzen durch eine besondere Grösse von den Bewohnern der Küstenzone auszeichnen; im Gegentheil, gerade zu den kleinsten Arten gehören vorzugsweise Tiefsee-Arten (vergl. die oben angeführten Beispiele).

3. Farbe.

Die meisten Seesterne prangen im Leben in prächtigen, leuchtenden Farben, welche durch die Weichheit und den Wasserreichthum der oberen Hautschichten einen zarten Glanz und eine gewisse Transparenz erhalten und dadurch in ihrer Schönheit gehoben werden. Sobald die Thiere der Einwirkung der Luft oder des Weingeistes ausgesetzt werden, schwindet zunächst in Folge der Wasserentziehung jener Glanz. Bald werden auch die Pigmente selbst von der zersetzenden Wirkung der Luft, des Lichtes und des Weingeistes angegriffen, bleichen oder werden in gelöster Form von dem Alkohol ausgezogen. Folge davon ist, dass weder die trockenen noch die in Weingeist conservirten Sammlungsexemplare eine auch nur annähernd richtige Vorstellung von dem Aussehen der lebenden Thiere zu geben vermögen; sie zeigen fast alle dasselbe eintönige, fahle Gelbweiss oder schmutzige Gelbbraun. Viele ältere und neuere Artbeschreibungen sind lediglich nach conservirten Thieren gemacht und deshalb in Bezug auf Farbenangaben so gut wie werthlos. Um so erwünschter wäre es unter solchen Verhältnissen eine Anzahl guter, farbiger Abbildungen zu besitzen; indessen ist unsere Literatur ausserordentlich arm daran. Was wir davon haben, beschränkt sich fast ganz auf einige von Herklots (228) veröffentlichte Bilder ostasiatischer Arten, einige Abbildungen nordischer Arten von Danielssen und Koren (107) und einzelne Figuren in den

Publicationen Michelin's (353) und Perrier's (403 u. *)). Ausserdem liegen mir aus dem Nachlasse J. F. Brandt's die von Postels angefertigten, aber niemals zur Veröffentlichung gelangten Aquarelle vor, die Brandt bei seiner Beschreibung der Seesterne der Mertens'schen Reise (67) benützt hat. Auch bin ich in der Lage eine Serie vortrefflicher Aquarelle vor Augen zu haben, die der geschickte Maler der zoologischen Station zu Neapel, Merculiano, für meine in Vorbereitung begriffene Monographie der Mittelmeer-Echinodermen meisterhaft ausgeführt hat. Der auffällige Mangel guter Farbenbilder von Seesternen erklärt sich aus den technisch nicht unbedeutenden Schwierigkeiten ihrer Herstellung. Zum Theil, aber auch nur zum Theil wird dieser Mangel ausgeglichen durch die Sorgfalt, mit der wenigstens einzelne Forscher sich bemüht haben, das Farbenkleid des lebenden Thieres in Worten wiederzugeben; insbesondere verdanken wir solche Angaben v. Martens (338), Lütken (312), Duncan und Sladen (118), Danielssen und Koren (107) und Sluiter (507).

Ueberblickt man diese Abbildungen und Beschreibungen, so ergibt sich, dass in der Färbung der Seesterne, wenn wir zunächst nur die Rückenseite der Thiere in Betracht ziehen, rothe und gelbe Töne vorwalten; ich schätze, dass mindestens die Hälfte aller Arten gelb oder roth gefärbt sind. Die übrigen vertheilen sich annähernd zu gleichen Theilen auf solche, die vorwiegend ein blaues, grünes, graues oder braunes Kleid tragen oder ganz ungefärbt, also weiss, aussehen. Alle die genannten Hauptfarben sind in einer reichen Scala von Nuancen und Mischungen vertreten. Das Roth ist bald ein intensives Karmin- oder Scharlach- oder Ziegelroth, bald ein zartes oder lebhaftes Rosa, bald ein dunkles Braunroth oder ein helles oder dunkles Purpurroth oder es nimmt eine blasse Fleischfarbe an. Das Gelb entspricht dem Indischgelb oder Neapelgelb oder Ockergelb, selbst dem Cadmium der Maler, oder es ist ein helles Safrangelb, oder es zeigt einen leichten Orangeton; häufig tritt es als reines Orange auf; in anderen Fällen verblasst es zu gelblichem Weiss oder trübt sich zu Graugelb oder Braungelb. Zu dem herrlichen Blau mancher Arten führen von den rothen Arten aus violette, violettblaue und lilafarbene hinüber; bald ist das Blau kräftig, bald zart (himmelblau) oder es mischt sich mit Grün oder Grau. Grau tritt in verschiedenen Abstufungen als helles und dunkles Grau, Aschgrau, Schwarzgrau, Grünlichgrau, Blaugrau auf. Von den grünen Arten sind die Einen blassgrün oder meergrün, die Anderen reingrün oder olivengrün oder schwärzlichgrün. Von braunen Arten gibt es hellbraune, gelbbraune, dunkelbraune, rothbraune, graubraune, olivenbraune. Die weissen Arten zeigen mitunter einen opalisirenden (perlmutterähnlichen) Schimmer.

In sehr vielen Fällen ist die Rückenseite nicht einfarbig, sondern in verschiedenen Farben gezeichnet; entweder so, dass anders als die

*) Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman: Echinodermes, I Paris 1894, 4° avec 26 pl.

Grundfarbe gefärbte Fleckchen und Flecken in unregelmässiger oder regelmässiger Vertheilung auftreten, oder so, dass derartige Flecken auf den Armen die Form von Querbinden annehmen, oder so, dass die Arme ein ihrer Länge nach verlaufendes, dunkleres oder helleres Band tragen. So kommen z. B. blutrothe Flecken auf schwärzlichgrüner, dunkelrothe auf fleischfarbener, rostfarbige auf gelber, gelbe auf violettgrauer, gelbe auf dunkelorangener, gelbe auf meergrüner, braungelbe auf rosafarbiger, blaue auf rother, grüne auf lilafarbener, schwarze auf rother, weisse auf rother Grundfarbe u. s. w. vor. Es gibt ferner z. B. rothe Querbinden auf hellpurpurrothem oder braungelbem, violette auf gelbem, schwärzliche auf aschgrauem, dunkelbraune auf hellbraunem sowie blaue Längsbinden auf orange- oder purpurfarbigem Grunde; häufig sind dunklere Längsbinden auf hellerer oder hellere Längsbinden auf dunklerer, aber im Uebrigen gleicher Grundfarbe. Manchmal wird das ganze Farbenbild der Rückenseite noch mehr belebt durch eine von der Grundfarbe abweichende Färbung der oberen Randplatten, der Terminalplatten, der Stacheln, der Paxillenköpfchen, der Kiemenbläschen oder der Madreporenplatte; die letztere kommt z. B. gelb bei rother Grundfarbe vor, oder fleischfarbig bei blauer, oder weiss bei orange- oder rostfarbener, oder rostfarbig bei grünlicher, blau bei scharlachrother u. s. w.

Die Bauchseite ist durchweg heller als die Rückenseite; Weiss, Gelblichweiss, Blassgelb, Orange, Röthlichweiss, Blasspurpurn, Hellblau, Hellviolett, Hellgrün sind die Farben, denen man hier am meisten begegnet. Von der Farbe der Bauchseite setzen sich die Füsschen oft durch noch hellere oder durch dunklere Färbung ab; manchmal besitzen auch die unteren Randplatten eine besondere Färbung.

V a r i a b i l i t ä t d e r F ä r b u n g. Die Grenzen, in denen die Färbung bei den Individuen derselben Art variirt, sind bei den Seesternen bald enge, bald recht weite. Die Variationen erstrecken sich sowohl auf die Farben selbst, als auch auf die Zeichnung (Anordnung und Grösse der Flecken und Binden). Nach einigen Andeutungen in der Literatur scheint es, dass bei einzelnen, in der Färbung stark variirenden Arten bestimmte Färbungen als Localvarietäten auftreten; indessen bedarf diese Frage noch einer genaueren Untersuchung. Um von dem Umfange der Variabilität eine Vorstellung zu geben, werden die folgenden Beispiele genügen. *Asterias glacialis* O. F. Müll. kommt bei Neapel in zwei verschiedenen Färbungen vor; die eine ist meergrün mit gelbbraunen Flecken und gelben Stachelspitzen, die andere hellgelbbraun mit dunkelviolettbraunen Flecken und violetten Stachelspitzen. Bei *Asterias polaris* M. und Tr. gibt es ausser den gewöhnlichen purpurrothen Exemplaren auch graulicholivengrüne. Die *Cribrella oculata* Linck variirt nach D u n c a n und S l a d e n (118) je nach dem Fundorte; es gibt ziegelrothe, dunkelrothe, hellsafrangelbe und solche, deren Färbung eine Mischung von bläulichen und purpurnen Tönen ist. *Pteraster militaris* O. F. Müll. findet sich in schneeweissen, gelblichweissen und blassfleischfarbenen Exemplaren. Von *Pentaceros muricatus*

Linck beschreibt v. Martens (338) zwei durch Uebergänge verbundene Varietäten; die eine ist oben und unten purpurroth, am Rande tief carminroth und ihre Höcker sind schwarz mit intensiv rothem Hofe; die andere ist oben und unten braungrau, am Rande orangefarbig, an den Armspitzen und an den Höckern schwarzbraun. Derselbe Forscher erwähnt, dass die *Linckia miliaris* Linck an der Oberseite meist himmelblau, mitunter aber grünlichblau oder blassgrün und an der Unterseite oft auch blau, zuweilen aber orangeroth ist. *Nardoa tuberculata* Gray ist nach v. Martens braungelb mit dunkelblutrothen Querbinden; Sluiter aber, dem Exemplare von anderen Fundorten vorlagen, sah daran die rothen Querbinden nie; dafür waren seine Exemplare auf bräunlichgelbem Grunde mit helleren und dunkleren Flecken geadert. Von *Asterina cepheus* M. und Tr. bemerkt Sluiter (507), dass die Thiere, die er im Leben sah, gewöhnlich gelblichgrün und bräunlichgrau gefleckt sind; zuweilen überwiegt aber das Grün, bei andern, aber seltener, das Braun so stark, dass die Thiere grün oder braun erscheinen.

4. Aeussere Beschaffenheit und Consistenz der Körperwand.

Durch die reichlichen und der Oberfläche ziemlich nahen Kalkablagerungen in der Haut haben die meisten Seesterne eine mehr oder weniger harte, widerstandsfähige Körperwand, die nicht selten einen hohen Grad von Derbheit und Starrheit erreicht; doch gibt es auch Arten genug, bei denen die Körperwand von zarter, durchscheinend dünner und leicht biegsamer Beschaffenheit ist. Durch besondere Zartheit der Haut zeichnen sich namentlich viele Pterasteriden aus. Erheben sich die Kalkablagerungen in Form von Körnchen, Höckern, Knöpfchen, Stacheln und Stachelbüscheln, Paxillen und Pedicellarien, so erhält die ganze Oberfläche des Thieres eine entsprechende Rauhigkeit, die indessen häufig an den conservirten und vorzugsweise an den getrockneten Exemplaren viel schärfer hervortritt als an den lebenden Thieren; bei diesen können nämlich die durch die Skelettheile veranlassten Unebenheiten durch die sie überkleidenden turgescenten Hautschichten weit vollkommener verhüllt und verdeckt werden. Ein gutes Beispiel dafür bietet *Echinaster sepositus* Lam., der im Leben sich glatt und schlüpfrig anfühlt und kaum Spuren der zahlreichen Stachelchen erkennen lässt, die den conservirten Exemplaren eine durchaus rauhe Oberfläche verleihen. Bei einzelnen Formen ist übrigens der Hautüberzug der Skelettheile so mächtig geworden, dass die letzteren auch am conservirten Thiere ganz oder fast ganz verdeckt bleiben, so z. B. bei *Tylaster willei* Dan. und Kor., bei *Porania* und *Culcita*.

Näher auf die verschiedenen Formen der Hautskeletstücke, ihr Vorkommen und ihre Anordnung einzugehen, wird Sache eines späteren Kapitels sein.

II. Haut; Schichten derselben; Hautdrüsen.

Unsere Kenntniss der Seestern-Haut beginnt mit Tiedemann (544), der ganz richtig die beiden Hauptschichten derselben, Oberhaut und Lederhaut, unterschied. Später stellte dann Sharpey (490) fest, dass die Haut einen Wimperüberzug besitzt. Ein genaueres Eindringen in ihren Bau versuchten jedoch erst Greeff (181) und Hoffmann (232), an deren Arbeiten sich diejenigen von Teuscher (536), Lange (276) und mir (299) anschliessen. Weiterhin haben dann Hamann (211, 212) und Cuénot (93, 99) die feineren histologischen Verhältnisse erforscht.

Wir unterscheiden von aussen nach innen: 1) die Cuticula, 2) das Körperepithel (= Subcuticularschicht), das mit der Cuticula zusammen die Epidermis oder Oberhaut bildet, 3) die Lederhaut (Corium, Cutis).

1) Die Cuticula ist auf der ganzen Körperoberfläche als ein glashelles, homogenes, ziemlich derbes Häutchen deutlich entwickelt; während alle anderen Autoren sie als dünn und fein bezeichnen, nennt Cuénot sie dick. Nach demselben Forscher besteht sie aus einzelnen, je einer darunter gelegenen Zelle entsprechenden Stückchen. Von der Fläche gesehen, zeigt sie ein fein punktirtes Aussehen, welches auf das Vorhandensein feinster Porenkanälchen für den Durchtritt der Wimperhärchen hinweist. Diese den Epidermiszellen angehörigen Wimpern sind ungemein fein, ziemlich lang und dicht gestellt; nach Hoffmann kommen sie nur stellenweise vor, während es nach den übrigen vorliegenden Beobachtungen den Anschein hat, dass sie über die ganze Körperoberfläche gleichmässig vertheilt sind.

2) Das Körperepithel ist eine einschichtige Lage hoher, sehr schmaler, senkrecht zur Cuticula gestellter Zellen, die ihren Kern nicht alle auf gleicher Höhe tragen und dadurch den Eindruck eines vielschichtigen Epithels hervorrufen. Die irrthümliche Auffassung, welche Greeff über den Bau des Epithels geäussert hat (er unterschied in demselben ein äusseres Plattenepithel, eine mittlere Parenchymschicht und ein inneres Plattenepithel), ist schon durch Hoffmann's und insbesondere durch Lange's Untersuchungen widerlegt worden. Die Zellen haben eine Länge von 27—36 μ; ungefähr in ihrer Längsmitte liegt der längliche oder rundliche Kern; das innere Ende der Zellen ist fadenförmig verjüngt und endigt in der Regel gabelig auf einer sehr feinen Basalmembran, die das Epithel gegen die Lederhaut scharf abgrenzt. Zwischen diesen eigentlichen von Hamann als Stützzellen bezeichneten Epithelzellen kommen bald in grösserer bald in geringerer Menge zwei verschiedene Sorten von Drüsenzellen sowie (nach Cuénot) intercelluläre Vacuolen vor. Die eine von Hamann Becherdrüsen genannte Art von Drüsenzellen umschliesst einen kugeligen, fein granulirten Secrettropfen und endigt basalwärts entweder mit einem kurzen oder langen Fortsatz oder sitzt der Basalmembran mit breiter Basis auf; Cuénot bezeichnet sie als Schleimdrüsen, welche bei Reizung des Thieres eine reichliche Menge von Schleim abzusondern vermögen.

Die andere, erst von Cuénot unterschiedene Art von Drüsenzellen scheint den Hamann'schen Schlauchdrüsen der Holothurienhaut (s. p. 31) zu entsprechen. Sie sind mit runden, im Leben oft leicht gelblich gefärbten, etwas glänzenden Körnern angefüllt, weshalb Cuénot sie als maulbeerförmige Zellen bezeichnet; er hält sie für Vertheidigungswaffen, deren Secret zur Abwehr anderer Thiere dient. Beide Sorten von Drüsenzellen kommen bei den einzelnen Arten ungleich häufig vor; die maulbeerförmigen sind besonders bei *Astropecten*, *Echinaster sepositus* und *Asterias*, die Schleimdrüsen namentlich bei *Astropecten* und *Asterias* beobachtet.

Grössere, in die Cutis hinunterreichende Hautdrüsen sind bis jetzt nur bei einem einzigen Seesterne, *Echinaster sepositus* Lam., bekannt geworden. Hier kommen sie in grosser Menge in der Rückenhaut vor und stellen kugelige Gebilde dar, die mit einem kurzen Stiele auf den Boden einer seichten Epidermis-Einsenkung führen, im Uebrigen aber ihre Lage in der Cutis haben. Ihr Durchmesser beträgt gewöhnlich 0,3—0,5 mm. Die Drüse ist von einem bindegewebigen, faserigen, netzförmigen Stroma gebildet, in dessen Maschen sich die Drüsenzellen, in jeder Masche eine, befinden. Die Drüsenzellen sind meist rundlich oder länglich, 27—38 μ gross, besitzen ein stark körniges Protoplasma, einen verhältnissmässig kleinen Kern und sind mehr oder weniger mit kleinen, von der Zelle selbst secernirten, hellen, mitunter gefärbten Bläschen von 5—6 μ Grösse angefüllt, die nach und nach nach aussen rücken und den von den Drüsen gelieferten, fadenziehenden Schleim zusammensetzen. Die Bläschen scheinen aus derselben Substanz zu bestehen, welche die Körner in den oben beschriebenen maulbeerförmigen Drüsenzellen des Epithels bildet.

Auf die im Epithel vorkommenden Sinneszellen, sowie auf die in die tiefere Schicht des Epithels eingelagerten Nervenfasern und Nervenzellen wollen wir erst in dem das Nervensystem behandelnden Kapitel eingehen.

Schliesslich ist in Betreff der Epidermiszellen hervorzuheben, dass sie zugleich Träger des Hautpigmentes sind, das in Gestalt kleinster Körnchen in sie eingelagert ist.

3. Die Lederhaut besteht aus einem fibrillären Bindegewebe, dessen Fasern meistens dicht durcheinander gewebte, wellenförmig verlaufende Bündel bilden. In diesem Bindegewebe entwickeln sich die später zu betrachtenden Skeletstücke der Haut. Als Hauptbestandtheile desselben lassen sich unterscheiden: a) die Grundsubstanz, b) die Fasern, c) die Zellen.

a) Die Grundsubstanz ist von durchaus homogener Beschaffenheit und verhältnissmässig um so reichlicher vorhanden, je weniger dicht die Fasern aneinanderschliessen.

b) Die Fasern treten in verschiedener Dicke und in wechselnder Dichtigkeit auf; sie sind sehr lang und homogen; die gröberen, lockerer

angeordneten wie die ganz feinen, dichter gelagerten und manchmal verfilzten scheinen alle als Ausläufer von Zellen ihre Entstehung zu nehmen, wenn auch bei dem jetzigen Zustand unserer Kenntnisse die Möglichkeit offen bleibt, dass sie zum Theil einer Differenzirung der Grundsubstanz selbst ihren Ursprung verdanken. Alle haben einen ziemlich hohen Grad von Elasticität.

c) Die Zellen finden sich in zwei Hauptformen als Bindegewebzellen und Wanderzellen. Jene sind bald spindelförmig, bald sternförmig, besitzen einen ovalen oder kugeligen Kern und haben eine Grösse von 2,8—4,3 μ. Ihre Ausläufer setzen sich in die Fasern fort, die meistens getrennt verlaufen, mitunter aber auch sich miteinander verbinden. Nach Entwicklung der Fasern werden die Zellen gewöhnlich derart reducirt, dass sie den Fasern nur noch als seitliche Anschwellungen anhängen. Die Wanderzellen liegen in wechselnder Zahl, bald vereinzelt, bald in Gruppen zusammengedrängt, in der Grundsubstanz. Im Leben senden sie amöboide Fortsätze aus, während sie im Tode in der Regel eine kugelige oder eiförmige Gestalt annehmen. Sie haben eine Grösse von 4—10 μ, besitzen ein fein gekörntes Plasma und einen kugeligen Kern.

Die innerste Cutisschicht, die dem erst später zu besprechenden Peritonealepithel zunächst liegt, ist durch den Besitz von Muskelfasern ausgezeichnet, über welche das Nähere in dem besonderen Abschnitt über die Hautmuskulatur mitgetheilt werden soll.

Nach aussen von dieser innersten Lage wird die Haut von einem System von Hohlräumen durchsetzt, auf welche erst im Kapitel Leibeshöhle eingegangen werden kann.

III. Hautskelet.

Alle Skeletgebilde der Körperwand liegen als Verkalkungen der Lederhaut in deren Substanz eingebettet und sind demnach, soweit nicht an einzelnen Stellen, z. B. an den Spitzen der Stacheln, eine Abscheuerung stattgefunden hat, überall an ihrer Aussenseite von einer in der Regel dünnen, unverkalkten Schicht der Lederhaut und von der diese bedeckenden Epidermis überkleidet. Sie zerfallen in zwei Gruppen: 1) tiefer gelegene, meistens grössere Skeletstücke, die das eigentliche Gerüst der Körperwand darstellen und 2) höher gelegene, gewöhnlich kleinere Skeletstücke, die in Form von Körnchen, Stacheln, Schuppen und dergl. den tiefer befindlichen Stücken aufsitzen oder auch unabhängig von ihnen in der oberen Cutisschicht zur Ausbildung gelangt sind. Jene fassen wir als das Hauptskelet (= système intermédiaire Gaudry [156], squelette profond Perrier), diese als äussere Skeletanhänge (= système superficiel Gaudry, squelette tégumentaire Perrier) zusammen. Dazu kommen als eine dritte Gruppe noch besondere Skeletstückchen von microscopischer Kleinheit, die sich in der Wand der äusseren Ambulacralanhänge (= Füsschen) entwickeln können. Wir betrachten zunächst:

A. Die äusseren Skeletanhänge.

Die äusseren Skeletanhänge werden von Perrier*) nach ihrer Form, in ähnlicher Weise wie schon vor längerer Zeit von Gaudry (156), eingetheilt in: Stacheln, Dornen (einschliesslich der Paxillen), Schuppen, Körner und Pedicellarien; dazu kommen noch die Cuénot'schen Wimperstachelchen und Sladen's cribriforme Organe.

1. Die Stacheln stellen bewegliche, stabförmig gestreckte, am freien Ende in der Regel zugespitzte, grosse, in der Regel glatte, seltener längsgerippte Fortsätze dar, die meistens einzeln von den Platten des Hauptskeletes getragen werden. Sie entwickeln sich vorzüglich auf den grösseren Platten der Dorsalseite und auf den Randplatten. In der Ordnung der *Forcipulata* sind sie immer, wenigstens an ihrer Basis, von einer Hautverdickung umgeben, in der sich Pedicellarien ausbilden. Bei den *Spinulosa* findet man die Stacheln mitunter von kalkigen Körnchen überzogen (z. B. bei *Acanthaster* [I, 19]); doch sind sie hier von den Pedicellarien, falls solche überhaupt vorhanden sind, stets unabhängig. Bei den *Valvata* kommen echte, d. h. bewegliche Stacheln nur selten vor; dafür können sich hier die Platten des Hauptskeletes selbst zu hohen, stachelförmigen, am Gipfel abgerundeten Höckern erheben. Grenzt sich die Spitze dieser Höcker durch eine Naht ab, so kann sich die Naht zu einem schwach beweglichen Gelenk ausbilden und so der Spitze die Bedeutung eines echten Stachels geben (z. B. bei *Pentaceros muricatus* Linck und *P. belli* de Lor.). In der Ordnung der *Paxillosa* tragen die Randplatten zahlreicher Arten aus den Familien der Archasteriden und Porcellanasteriden bewegliche oder auch unbewegliche, zugespitzte Stacheln, die hier ohne Begleitung von Pedicellarien auftreten und eine Umbildung der Dornen zu sein scheinen, die gewöhnlich die übrige Oberfläche der Randplatten bedecken. Besonders deutlich wird das bei den Astropectiniden, bei denen es unmöglich ist, die in Form von Schuppen, Dornen und Stacheln auftretenden Anhänge der Randplatten durch scharfe Merkmale auseinander zu halten. — An ihrer Basis sind die Stacheln durch eine mit Muskelfasern ausgestattete Gelenkkapsel mit einer mehr oder weniger gewölbten Gelenkfläche der sie tragenden Skeletplatte in Verbindung gebracht. Wie schon Gaudry (156) gezeigt und neuerdings de Loriol (294) bei *Acanthaster*- (I, 20, 21) und *Pentaceros*-Arten hervorgehoben hat, besitzen die einanderzugekehrten Gelenkflächen der Stachelbasis und der Skeletplatte sehr häufig in ihrer Mitte ein kleines, rundes Grübchen zur Insertion eines die Gelenkaxe einnehmenden Ligamentes.

2. Die Dornen unterscheiden sich von den echten Stacheln einmal durch ihre Kleinheit und zweitens dadurch, dass sie gewöhnlich zu mehreren oder gehäuft auf den Skeletplatten angebracht sind. Sie finden sich vorzugsweise auf den Adambulacralplatten (einschliesslich der sog.

*) Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman; Echinodermes, I. Paris 1894, 4° avec 26 pl.

„Zähne“) und auf den ventralen und dorsalen intermediären Platten. Die auf den Adambulacralplatten stehenden werden als Adambulacralstacheln bezeichnet; wie denn überhaupt in der Terminologie häufig die Bezeichnung „Stacheln“ für die Dornen angewendet wird. Durch Uebergänge sind die Dornen sowohl mit den echten Stacheln als auch mit den Schuppen verbunden. Bei den Solasteriden gruppiren sie sich zu strahligen Büscheln; jedes Büschel wird von einem von der unterliegenden Skeletplatte ausgehenden Knopfe getragen — eine Einrichtung, die den Höhepunkt ihrer Ausbildung bei der *Velata* erreicht. Bei den *Paxillosa* ordnen sich die Dornen fast stets auf der sie tragenden Platte in einem oder mehreren concentrischen Kreisen; im Mittelpunkt der Anordnung stehen dann ein oder mehrere gewöhnlich etwas stärkere, centrale Dornen. Erhebt sich dann noch, wie es meistens geschieht, die Platte selbst zu einer kurzen, in der Mitte in der Regel etwas eingeschnürten Säule, so nennt man die ganze Dornengruppe mitsammt der sie tragenden Platte (I, 22) mit einem schon von Lamarck (275), Otto (393) und Delle Chiaje (83) angewendeten, von Gray (174) genauer bestimmten Terminus „paxillus“ (nicht paxilla, wie die meisten Autoren nach dem Vorgange von Müller und Troschel [375] fälschlich schreiben*). Die Dornen besitzen an ihrer Verbindung mit der sie tragenden Skeletplatte kleine Muskeln, die wenigstens an den Adambulacralstacheln und an den Paxillen durch Cuénot (93, 99) genauer nachgewiesen worden sind. Was zunächst die Adambulacralstacheln angeht, so fand der genannte Forscher bei *Asterias glacialis* O. F. Müll., dass in dem Bindegewebe, welches die Stacheln mit der Skeletplatte verbindet und die Oberfläche beider überzieht, zwei Gruppen von Muskelfasern zur Ausbildung gelangt sind, die vom basalen Theile des Stachels zur Skeletplatte gehen und so angeordnet sind, dass das eine dichtere und kürzere Bündel als Senker, das andere, längere und weniger dichte Bündel als Heber des Stachels functionirt. Der bindegewebige Ueberzug des Stachels ist von drüsenreicher Epidermis überzogen, in dessen Tiefe nur wenige Nervenfasern verlaufen. Die Dornen der Paxillenkrone besitzen ebenfalls einen bindegewebigen Ueberzug und darüber eine drüsenreiche Epidermis mit sehr dünner Nervenfaserschicht; die peripherischen unter ihnen können sich mit Hilfe der feinen Muskelfasern an ihrer Basis sowohl senkrecht oder schräg aufrichten (I, 22) als auch horizontal zur Paxillenaxe stellen, sodass der Paxillus bald wie ein zusammengeklapptes Dornenbüschel, bald wie ein kleiner Schirm aussieht.

3. Die Schuppen sind von den Dornen nur durch ihre abgeplattete Gestalt unterschieden; wie jene sind sie gelenkig mit den Skeletplatten verbunden.

4. Die Körner (Granula) sind ebenfalls umgeformte Stachelchen oder Dornen; statt zugespitzt zu sein, sind sie stumpf abgerundet und ihre Höhe überschreitet kaum ihren Querdurchmesser. Meistens bilden sie

*) Tiedemann nannte die Paxillen sternförmige Fortsätze, Delle Chiaje auch calicetti ossei, Gaudry ossicules spiculés.

dicht nebeneinander stehend einen gleichartigen Ueberzug der Skeletplatten. Am stärksten entwickelt trifft man sie in der Ordnung der *Valvata* an; doch kommen sie auch in anderen Ordnungen in guter Entwicklung vor, z. B. bei *Acanthaster* unter den *Spinulosa*, bei manchen Archasteriden und Astropectiniden unter den *Paxillosa* und bei den Zoroasteriden und Stichasteriden unter den *Forcipulata*.

5. Die Pedicellarien. Unter Anwendung des von O. F. Müller (378) für ähnliche Organe der Seeigel eingeführten Namens bezeichnet man als Pedicellarien (Pedicellariae) eigenthümliche Greiforgane, die sich bei zahlreichen Seesternen auf der Oberfläche des Körpers oft in grosser Zahl vorfinden*). Sie haben im allgemeinen eine zangenförmige Gestalt und unterscheiden sich, von Ausnahmen abgesehen, von den gleichnamigen Organen der Seeigel dadurch, dass die Zange aus nur zwei Greifarmen gebildet ist. Sie können eine Grösse von etwa 4 mm erreichen, wenn sie auch viel häufiger beträchtlich kleiner bleiben; zu microscopischer Kleinheit sinken sie indessen kaum jemals herab; doch muss man oft zur Lupe greifen, um sie zu finden. Stets bestehen sie aus inneren, in der äusseren Lage der Lederhaut entstandenen Skelettheilen, aus diese bewegenden Muskeln, aus einem bindegewebigen, auch noch zur Cutis gehörigen Ueberzug und aus einem diesen wieder bedeckenden Epithel, das eine Fortsetzung der Epidermis ist. Sie treten in sehr verschiedenen Formen auf, als welche sich für die erste Betrachtung zangenförmige, deren Greifarme länger als breit sind, und klappenförmige, deren Greifarme breiter als lang sind, unterscheiden lassen; diese wurden schon im vorigen Jahrhundert von Parelius (395) bei *Hippasteria plana* Linck entdeckt, abgebildet und kurz beschrieben; jene hat erst in diesem Jahrhundert Delle Chiaje (83) bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *A. tenuispina* Lam. aufgefunden und als Pedicellarien bezeichnet. Nach Delle Chiaje's Abbildung und Beschreibung erwähnt sie erst Sharpey (490) wieder, der sie bei *Asterias rubens* L. als klauenförmige Fortsätze der Haut aufführt. Forbes (145) wiederholte die Sharpey'schen Angaben und fügte hinzu, dass er die zangenförmigen Stachelgebilde oder Pedicellarien bei allen von ihm untersuchten *Asterias- (= Uraster-)* Arten (*glacialis* O. F. Müll., *rubens* L., *violacea* O. F. Müll. und *hispida* Penn.) wahrgenommen habe. Ihre weitere Verbreitung bei anderen Arten und Gattungen wurde erst durch Müller und Troschel (375) festgestellt, die auch den ersten Versuch machten, diese Organe für die Systematik zu verwerthen. Sie unterschieden als Hauptformen: 1) zangenförmige (pedicellariae forcipatae) von schlanker Gestalt, mit schmäleren, spitzeren Armen, und 2) klappenförmige (pedicellariae valvulatae) von breiter Form; auch bemerkten sie, dass diese Organe bald mit einem weichen Stiele versehen sind, bald unmittelbar den Skeletplatten der Haut aufsitzen und dass zu den letzteren stets die klappenartigen Formen gehören; die gestielten Pedicellarien

*) Sie fehlen einer Reihe von Gattungen vollständig, so bei *Solaster*, *Echinaster*, *ribrella*, *Mithrodia*, *Ophidiaster*, *Scytaster*, *Astropecten*.

der Gattung *Asterias* theilten sie wieder in grosse und kleine ein; auch entging es ihnen nicht, dass bei *Luidia* dreiarmige statt der gewöhnlichen zweiarmigen vorkommen. Alsdann versuchte Duvernoy (123) näher in den Bau der Pedicellarien von *Asterias glacialis* O. F. Müll. einzudringen; er erkannte, dass die grösseren Pedicellarien ausser den beiden Skeletstücken, die in den Greifarmen liegen, noch ein drittes Skeletstück besitzen, das jenen zur Basis dient*) und durch Muskeln mit ihnen verbunden ist, als welche er zwei an der Aussenseite der Skeletstücke befindliche Abductoren (= Oeffner der Zange) und zwei an der Innenseite der Skeletstücke angebrachte Adductoren (= Schliesser der Zange) unterschied. Von den kleineren Pedicellarien derselben Species vertrat er die irrthümliche Meinung, dass sie rudimentär gebliebene Formen der grösseren darstellen. Zwölf Jahre später schilderte M. Sars (470) die Pedicellarien seines *Pedicellaster typicus* und lehrte uns dadurch zuerst diejenige Sorte jener Organe besser kennen, die jetzt als „gekreuzte" bezeichnet werden, weil ihre beiden Zangenstücke sich mit den inneren Enden wie die Arme einer Scheere überkreuzen. Was er indessen dabei übersah, war das dritte (basale) Skeletstück, das auch hier den beiden Zangenstücken zur Stütze dient. Erst Norman (387) machte darauf aufmerksam, dass die „kleinen" Pedicellarien der Gattung *Asterias* ebensolche mit gekreuzten Zangenstücken sind, während die „grossen" Pedicellarien derselben Gattung gerade gestellte Zangenstücke besitzen; auch beschrieb er bei *Asterina gibbosa* Penn. gewisse Stachelpaare, die von einfachen Stacheln zu zangenförmigen Pedicellarien hinüberleiten. Ausführlicher ging dann zu gleicher Zeit Herapath (225) auf den Bau unserer Organe bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *A. rubens* L. ein; er theilte sie in forficiforme und forcipiforme**); jene sind identisch mit denjenigen, die Müller und Troschel die „grossen" nannten und die jetzt als gerade (Perrier) bezeichnet werden; diese aber entsprechen den Müller- und Troschel'schen „kleinen", also den jetzigen gekreuzten (Perrier). Von den forficiformen schildert Herapath, wie schon vor ihm Duvernoy, ganz richtig die Zusammensetzung aus zwei Zangenstücken und einem Basalstück; dagegen begegnete ihm in Betreff der forcipiformen dasselbe Versehen wie M. Sars, indem er das auch hier vorhandene, aber durch die inneren Enden der Zangenstücke theilweise verdeckte Basalstück nicht bemerkte; im weichen Stiele seiner forcipiformen Pedicellarien beschreibt er einen centralen Faserstrang, der sich in zwei, an die Zangenstücke herantretende Aeste gabelt, und den er für muskulös erklärt.

In diesem Zustande befanden sich unsere Kenntnisse, als Perrier (398) im Jahre 1869 die Pedicellarien zum Gegenstande umfassender und eingehender Studien machte. Ohne selbst auf Herapath's Arbeit Bezug

*) Eine Angabe, die Gosse, ohne sie zu kennen, für *Asterias rubens* L. bestätigte (Ph. H. Gosse, Tenby: a Sea-side Holiday; London 1856, p. 237—239, pl. XI).

**) Er und Andere nach ihm schreiben fälschlich „forcepiforme".

zu nehmen, nannte er die von jenem als forficiforme bezeichneten Pedicellarien gerade („pédicellaires droits“) und die forcipiformen gekreuzte („pédicellaires croisés“). Es gelang ihm bei den gekreuzten das von seinen Vorgängern nicht bemerkte basale Skeletstück aufzufinden. Die Muskeln der „geraden“ beschrieb er in Uebereinstimmung mit Duvernoy als ein Paar Adductoren und ein Paar Abductoren, fügte aber hinzu, dass auch bei diesen Pedicellarien ein Muskelbündel die Axe des weichen Stieles durchzieht, sich jedoch nicht wie bei den gekreuzten unter Vergabelung an die Zangenstücke, sondern ungetheilt an das Basalstück befestigt. Die Muskeln an den Skeletstücken der gekreuzten wurden von ihm überhaupt zum erstenmale genauer untersucht und als zwei Paar Adductoren und ein Paar Abductoren beschrieben. Von besonderer Bedeutung für die an dieser Stelle noch nicht näher zu erörternde systematische Verwerthung unserer Organe war Perrier's Nachweis, dass die beiden eben erwähnten gestielten Formen der Pedicellarien sich nur bei den als Asteriiden (im weiteren Sinne) zu bezeichnenden Seesternen (den jetzt als Ordnung der *Forcipulata* zusammengefassten Familien der *Brisingidae, Pedicellasteridae, Heliasteridae, Asteriidae, Zoroasteridae* und *Stichasteridae*) vorfinden, dass dagegen alle Pedicellarien, die bei anderen Seesternfamilien vorkommen, viel unbeständiger sind und sich in dem einen durchgreifenden Punkte von jenen unterscheiden, dass ihnen der weiche Stiel und das Basalstück fehlen und sie dafür mit ihren Zangenstücken unmittelbar den Skeletstücken der Körperwand aufsitzen; sie sind also lediglich aus den Zangenstücken gebildet, deren Zahl aber auch bei ihnen nur ausnahmsweise mehr als zwei beträgt. Diese „sitzenden“ Pedicellarien theilt er in zwei Hauptsorten: 1) zangenförmige („pédicellaires en pince“), deren Zangenstücke länger als breit sind, und 2) klappenförmige („pédicellaires valvulaires“), deren Zangenstücke breiter als lang sind. Nachdem dann G. O. Sars (464) noch die gekreuzten Pedicellarien der Gattung *Brisinga*, Viguier (559) die klappenförmigen der Gattung *Ophidiaster*, Studer (526) die geraden und gekreuzten von *Labidiaster radiosus* Lov., Danielssen und Koren (107) die geraden und gekreuzten mehrerer *Asterias*-Arten sowie die zangenförmigen ihres *Bathybiaster pallidus* beschrieben hatten, kam Perrier (410, 418) wiederholt auf die Angelegenheit zurück, bezeichnete wie schon früher (399) die geraden und gekreuzten zusammen als gestielte („pédicellaires pédonculés“) und unterschied nunmehr bei den sessilen als eine Nebenform der klappenförmigen die salzfassförmigen („pédicellaires en salière“) der Gattung *Ophidiaster* und als eine Nebenform der zangenförmigen die kammförmigen („pédicellaires péctinés“) der Gattung *Cheiraster*. Neuerdings bezeichnete er eine andere, namentlich bei *Luidia*-Arten vorkommende Nebenform der zangenförmigen als büschelförmige („pédicellaires fasciculés“) und eine den kammförmigen ähnliche der Gattung *Astrogonium* als streifenförmige („pédicellaires fasciolaires“). Die klappenförmigen nannte er jetzt alveoläre („pédicellaires alveolés“) und theilte sie in salzfassförmige und eigentliche klappenförmige („pédi-

cellaires valvulaires"); eine Zwischenstellung zwischen beiden nehmen die spatelförmigen ein („pédicellaires spatulés").

Wir können demnach jetzt im Ganzen die folgenden Formen von Pedicellarien unterscheiden:

I. Gestielte; mit besonderem Basalstück.
  1. Gekreuzte; die beiden Zangenstücke überkeuzen sich mit ihren inneren Enden (I, 1, 7—10).
  2. Gerade; die beiden Zangenstücke überkreuzen sich nicht (I, 2, 3, 5, 6); ausnahmsweise können drei Zangenstücke vorhanden sein*).

II. Sitzende; ohne besonderes Basalstück.
  3. Zangenförmige; die Zangenstücke sind nicht in eine Alveole eingepflanzt.
    3a. Zangenförmige (im engeren Sinne); es sind nur zwei Zangenstücke vorhanden.
    3b. Büschelförmige; mit mehreren, von derselben Skeletplatte getragenen Zangenstücken (I, 15).
    3c. Kammförmige; mit zwei Reihen von gestreckten Zangenstücken, die von zwei benachbarten Skeletplatten getragen werden.
    3d. Streifenförmige; den kammförmigen ähnlich, aber die Zangenstücke kürzer, gedrungener.
  4. Alveoläre; die Zangenstücke sind in eine Alveole eingepflanzt (I, 12).
    4a. Salzfassförmige; die Alveole ist quer zu ihrer Längsaxe in zwei Gruben getheilt; die Zangenstücke sind höher als breit (I, 16—18).
    4b. Spatelförmige; die Gruben der Alveole sind nur schwach entwickelt, die Zangenstücke spatelförmig.
    4c. Klappenförmige; die Alveole ist nicht getheilt; die Zangenstücke (zwei, selten drei oder vier) sind breiter als hoch (I, 12—14); werden die Zangenstücke, wie es nicht selten vorkommt, länger als breit, so werden diese alveolären Pedicellarien zangenförmig und unterscheiden sich dann von den echten, oben unter 3a angeführten, zangenförmigen nur noch durch das Vorhandensein der Alveole (I, 4, 11).

Während wir so namentlich durch die Bemühungen Perrier's eine immer grössere Uebersicht über die verschiedenen Formen erhalten haben, in denen die Pedicellarien auftreten können, setzten Hamann (212) und nach ihm Cuénot (93, 99) die Erforschung ihres feineren Baues fort. Hamann entdeckte die von Perrier früher (398) geleugnete Nervenschicht und schilderte den Bau des Epithels und der Muskelfasern. Cuénot stellte im Gegensatze zu Perrier die muskulöse Natur des

*) Cuénot (93) fand derartige bei *Asterias glacialis* O. F. Müll.

axenständigen Faserstranges im Stiele der gestielten Pedicellarien in Abrede und schrieb den geraden ebensowohl wie den gekreuzten je drei Muskelpaare (ein Paar Abductoren und zwei Paar Adductoren) zu.

Was wir durch diese Forschungen vom feineren Bau der Pedicellarien erfahren haben, bezieht sich, soweit die Weichtheile in Betracht kommen, fast ausschliesslich auf die Gestielten und gibt uns im Ganzen das folgende Bild ihrer Zusammensetzung:

Das äussere Epithel, das auch die einander zugekehrten Flächen der Zangenarme überzieht, hier aber an Dicke abnimmt, ist ein Theil des allgemeinen Körperepithels; es zeichnet sich aus durch seinen Reichthum an beiderlei Sorten von Drüsenzellen (s. S. 506), durch den Besitz von Sinneszellen und einer zwischen die basalen Enden der Epithelzellen eingeflochtenen Nervenfaserschicht, die nach Hamann fast die halbe Dicke der ganzen Epithellage erreichen kann, nach Cuénot aber weniger mächtig entwickelt ist. Dann folgt die bindegewebige Innenmasse der Pedicellarie, in der sich sowohl die Skeletstücke als auch deren Muskeln ausgebildet haben. Die Muskelfasern stimmen mit anderen mesenchymatösen Muskelfasern, z. B. denjenigen der Quermuskeln der Armwirbel, überein, sind also feine, homogene, an den Enden in feinere Fäserchen gespaltene Fasern mit anliegendem, länglichem Kern. In der Axe des Pedicellarien-Stieles liegt ein Strang von dichter zusammengedrängten, parallel und der Länge nach verlaufenden Bindegewebsfasern, den Herapath und Perrier für muskulös gehalten hatten*); bei den geraden Pedicellarien setzt er sich ungetheilt an das basale Skeletstück, bei den gekreuzten aber theilt er sich in zwei Aeste, die sich an die inneren Enden der Zangenstücke begeben (I, 1).

In beiden Sorten der gestielten Pedicellarien haben sich die echten Muskelfasern zu drei Paar Muskeln gruppirt, von denen zwei als Schliesser und eines als Oeffner der Zange functioniren. Bei den Geraden liegen die beiden Paare der Adductoren an der Innenseite der Zange (I, 2, 3); das eine Paar ist kürzer und schwächer als das andere. Jeder der beiden kurzen Adductoren befestigt sich mit dem einen Ende auf dem unteren Bezirke der Innenfläche seines Zangenstückes und mit dem anderen Ende auf der oberen Fläche des Basalstückes. Jeder der beiden langen Adductoren ist ebenfalls auf der oberen Fläche des Basalstückes inserirt, dringt aber aufwärts in das hohle Innere seines Zangenstückes ein, um dort ziemlich nahe an der Spitze seine andere Insertion zu finden. Die beiden Abductoren (I, 2, 3) liegen an der Aussenseite der Skeletstücke, wo sie von der unteren Zone der Aussenfläche des Zangenstückes entspringen und nach kurzem Verlaufe an die Aussenfläche des Basalstückes treten. Bei den Gestielten ist die Anordnung des Abductorenpaares eine ähnliche wie bei den Geraden (I, 1); sie gehen vom unteren Bezirke der Aussenfläche des Zangenblattes zur benachbarten Oberfläche des

*) Perrier scheint übrigens selbst später (410, in der Tafelerklärung) Zweifel an dieser Deutung gehegt zu haben.

Basalstückes. Von den beiden Adductorenpaaren (I, 1) entspricht das eine in seiner Anordnung den langen Adductoren der Geraden. Das andere Adductorenpaar aber ist zwischen den Handhaben der Zangenstücke und dem Basalstück gelegen. Jeder dieser beiden Adductoren erstreckt sich in querer Richtung von der Innenseite einer Handhabe zum Basalstück, sodass er bei seiner Contraction zunächst die Handhabe an das Basalstück heranzieht und dadurch das zugehörige Zangenblatt in entgegengesetzter Richtung der Pedicellarienaxe nähert.

Die von den Muskeln bewegten Skeletstücke selbst sind bei den geraden Pedicellarien viel einfacher geformt als bei den gekreuzten. Jedes Zangenstück (I, 2, 5) hat eine gestreckte, am oberen (freien) Ende entweder verjüngte oder verbreiterte, seltener hakenförmige Gestalt mit gewölbter Aussenfläche und flacher oder concaver Innenfläche, die es seinem Partner zukehrt. Innen- und Aussenfläche sind von einem gemeinschaftlichen Rande begrenzt, der oben und an den Seiten gezähnelt ist; die Zähnchen des einen Zangenstückes greifen beim Schlusse der Pedicellarie genau in die Zwischenräume zwischen den Zähnen des anderen Zangenstückes ein. Nur der unterste Bezirk der Seitenränder ermangelt in der Regel der Zähne und zeigt dafür eine grössere Einkerbung (Ausschnitt). Die Innenfläche des Zangenstückes besitzt in ihrem unteren Abschnitte eine grössere Oeffnung für den Eintritt der Fasern des langen Adductormuskels in das unverkalkte Innere des Zangenstückes. Das untere Ende eines jeden Zangenstückes ruht auf dem Basalstücke, das etwa die Form einer seitlich comprimirten Halbkugel (I, 2, 5, 6) oder einer verhältnissmässig dicken, abgerundet dreieckigen Querplatte hat, die ihre Convexität nach unten richtet und auf ihrer nach oben gerichteten Abflachung (I, 6) eine quer zur Längsaxe der Abflachung gestellte Leiste trägt. Diese Leiste kann sich bei einzelnen Arten ziemlich hoch erheben und ragt dann in den Zwischenraum der beiden Zangenstücke empor. Zu beiden Seiten der Leiste befestigen sich zunächst die Fasern der Adductoren, dann folgt jederseits die Gelenkfläche für das Zangenstück und noch weiter nach aussen die Insertionsstelle der Abductoren.

Erheblich complicirter ist die Form und Anordnung der Skeletstücke in den gekreuzten Pedicellarien, sodass, um die Beschreibung nicht zu umständlich zu machen, für manche Einzelheiten auf die Abbildungen verwiesen werden muss (I, 1, 7—10). Die Zangenstücke sind hier winklig geknickt; den oberhalb der Knickung gelegenen Abschnitt kann man als Zangenblatt von der unterhalb der Knickung befindlichen Handhabe (Griff) unterscheiden (I, 1, 7). Zugleich ist die Handhabe, wie die Ansicht eines Zangenstückes von seiner Innenfläche lehrt (I, 10), erheblich dünner als das Zangenblatt und geht nur von der einen oder anderen der beiden unteren Ecken des Zangenblattes aus. Beide Zangenstücke sind so zu einander gestellt, dass ihre Handhaben, wenn man die Pedicellarie von ihrer breiteren Seite betrachtet (I, 1, 7), sich wie die Arme einer Scheere überkreuzen. Auch hier besitzen die Zangenblätter an dem

scharfen Rande, durch den die Innenfläche mit der gewölbten Aussenfläche zusammenstösst, eine Zähnelung, die beim Schlusse der Pedicellarie in derselben Weise wie bei den Geraden ineinandergreift; doch beschränkt sich die Zähnelung mehr auf den oberen Bezirk des Randes und setzt sich von hier aus in Quer- und Längsreihen (I, 10) auf die innere Fläche der Blätter fort. Zwischen die Handhaben der Zangenstücke schiebt sich von unten her das Basalstück ein, das auf jeder seiner breiteren Aussenseiten (I, 9) eine tiefe, schräge Rinne für die Aufnahme eines Zangenstückes besitzt. Auf seiner oberen Seite (I, 8) lässt das Basalstück vier kurze, schräg aufwärts gerichtete Fortsätze (Apophysen) erkennen, von denen je zwei diagonal gegenüber gelegene von gleicher Gestalt sind; diese Fortsätze dienen als Stützpunkte für die Bewegungen der Zangenstücke.

Bei den Sitzenden (I, 11, 13—18) sind die Skeletstücke durchweg viel derber als bei den Gestielten. Nicht selten entbehren sie einer Bezahnung ihres Randes oder ihrer Innenfläche. Ihre Muskeln (I, 4) sind einfacher angeordnet; an dem unteren Bezirke ihrer Innenfläche sind die Zangenstücke durch eine quere Gruppe von Muskelfasern verbunden, die als Adductoren functioniren; andere als Abductoren dienende Muskelfasern gehen von dem unteren Theile der Aussenfläche der Zangenstücke aus und inseriren auf der Oberfläche der die Pedicellarie tragenden Skeletplatte. Bei den Alveolären (I, 4) sind die Zangenstücke ausserdem durch ein bindegewebiges Faserbündel in der Alveole befestigt. Bei den Salzfassförmigen (I, 16 — 18) haben die Zangenstücke die Gestalt einer am Rande mit einigen grossen Zähnen besetzten Löffelschale.

Die Beziehungen der oben aufgezählten neun Hauptformen der Pedicellarien zu den Dornen (Stachelchen) und Körnern sind nach Perrier*) die folgenden. Die nur den *Forcipulata* eigenthümlichen Gestielten sind seiner Ansicht nach durch keinerlei Uebergangsformen mit jenen einfachen Skeletelementen verknüpft**). Dagegen lassen sich die sämmtlichen Formen der Sitzenden von Dornen oder Körnern ableiten. Die Zangenförmigen entstehen, wo sie bei den *Spinulosa* vorkommen, dadurch, dass zwei Dornen näher aneinanderrücken und gegeneinander beweglich werden, wie sich das am deutlichsten bei *Acanthaster* und einigen *Asterina*-Arten (z. B. *Asterina gibbosa* Penn.) zeigen lässt. Zangenförmige oder Büschelförmige bilden sich in ähnlicher Weise bei vielen *Paxillosa* dadurch aus, dass die Dornen der Paxillen gegeneinander bewegt werden können. So entstehen z. B. Zangenförmige bei *Luidia savignyi* Aud., *elegans* Perr., *longispina* Slad., *forficifer* Slad., *limbata* Slad., bei *Bathybiaster pallidus* Dan. und Kor. und bei *Archaster*-Arten; Büschelförmige bei *Luidia alternata* Say, *maculata* M. und Tr., *aspera* Slad., *ciliaris* Phil., bei *Asterodon*, *Pectinaster* und *Crenaster*. Werden die Dornenreihen an den

*) Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman; Echinodermes, I. Paris 1894, 4° avec 26 pl.

**) Doch ist Cuénot (99) der Meinung, dass die sämmtlichen Pedicellariensorten, also auch die Gestielten, als Umbildungen eines Stachelpaares aufzufassen seien.

benachbarten Rändern zweier aneinandergrenzenden Skeletplatten gegeneinander beweglich, so entstehen die kammförmigen Pedicellarien der Perrier'schen Gattung *Cheiraster*. Die Streifenförmigen der Astrogonien nehmen in derselben Weise von Körnerreihen ihre Entstehung wie die Kammförmigen von Dorneureihen. Auch die sämmtlichen Formen der Alveolären sind Umbildungen von Granula. Sie kommen nur bei den *Valvata* vor und zwar als Salzfassförmige ausschliesslich in der Familie der *Linckiidae*, namentlich in der Gattung *Ophidiaster*, wo sie gewöhnlich in sehr guter Ausbildung, z. B. bei *O. germani* Perr. und *O. pusillus* M. und Tr. auftreten; in verkümmerter Form finden sie sich bei *Pharia pyramidata* Gray. Als Spatelförmige treffen wir sie bei einer ziemlich grossen Zahl von *Pentagonasteridae* und als Klappenförmige häufig bei *Antheneidae*, *Gymnasteridae* und *Pentacerotidae*.

6. Die Wimperstacheln. A. Agassiz (5) machte zuerst darauf aufmerksam, dass bei den Gattungen *Astropecten* und *Luidia* die einander zugekehrten Seitenflächen der oberen und unteren Randplatten mit einem dichten Ueberzug kleinster (0,5 mm langer) Stachelchen besetzt sind, die er mit den Stachelchen auf den Saumlinien (Semiten) der Spatangiden verglich. Cuénot (93) untersuchte diese Stachelchen, die sich ihrer Form nach an die oben als Dornen und Schuppen bezeichneten Skeletanhänge anschliessen lassen, näher auf ihren Bau und fand, dass sie an ihrer Basis durch Bindegewebe und einige Muskelbündelchen mit den Platten verbunden sind und auf ihrer Oberfläche ein hohes Epithel tragen, das sich durch auffallend lange und kräftige Wimperhaare auszeichnet. Er gab ihnen den Namen der Wimperstachelchen („radioles vibratiles") und vermuthet wohl mit Recht (99), dass sie eine ähnliche Bedeutung haben wie die gleich zu besprechenden ribriformen Organe.

7. Die cribriformen Organe. Mit diesem Namen belegte Sladen (500, 503) eigenthümliche Gebilde, die sich auf den Randplatten der Porcellanasteriden vorfinden. Da er sie für Reinigungsapparate des Athemwassers ansieht, so verglich er sie, wie er auch in dem Namen ausdrückte, mit einem Siebe oder Seiher. Jedes siebförmige Organ (I, 23—27) besteht aus einer Anzahl (bis 20 und darüber) senkrecht und ziemlich parallel verlaufender, dicht nebeneinander stehender Hautfalten, die an ihrem freien Rande bald ziemlich glattrandig sind (wie bei den meisten *Porcellanaster*-Arten [I, 23]), bald und häufiger sich in eine Reihe von Papillen zertheilen (I, 24, 25); in letzterem Falle erscheint die einzelne Falte als eine senkrechte Wärzchenreihe. In ihrem Inneren wird jede Falte gestützt von einer der Wärzchenzahl entsprechenden Anzahl von zusammengedrückten, winzigen Kalkstachelchen oder -plättchen, die mit dem einen Ende den Randplatten aufsitzen, mit dem anderen Ende gewöhnlich abgestutzt endigen. Nur bei den *Caulaster*-Arten sind diese kleinen Skeletelemente der siebförmigen Organe bis jetzt noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen. Den äusseren Ueberzug der Falten oder Wärzchenreihen bildet ein wimperndes Epithel. Rechts und links ist das

einzelne siebförmige Organ von einer senkrechten oder geschweiften Reihe von Kalkschüppchen begrenzt (I, 23, 24); dieselben Schüppchen grenzen das Organ gewöhnlich auch an seinem unteren Rande ab, während an seinem oberen Rande die Skeletelemente seiner Falten sich allmählich in die gewöhnlichen Dornen der Rückenhaut umwandeln.

Die Zahl, in der die siebförmigen Organe auftreten, ihre Breite, die Zahl ihrer Verticalleisten, die Form der stützenden und begrenzenden Kalkplättchen ist je nach den Gattungen und Arten eine verschiedene. Wenn in jedem Interradius nur ein einziges siebförmiges Organ vorhanden ist, wie bei *Caulaster* und bei manchen *Porcellanaster*-Arten (I, 23), so ist es in der Regel besonders breit und bedeckt die verticale Sutur, in der die beiden ersten oberen und unteren Randplatten im Armwinkel aneinanderstossen; zugleich lagert es sich in einer gewissen Breite über die Aussenfläche dieser Platten. Auch kommt es in solchen Fällen vor, dass das unter der Madreporenplatte gelegene Organ noch etwas breiter ist als die der übrigen Interradien. Sind mehr als ein siebförmiges Organ in jedem Interradius zur Ausbildung gelangt (I, 24, 25), so liegen die hinzugekommenen in ähnlicher Weise auf den nächstfolgenden Verticalsuturen der Randplatten und zwar so, dass, von der ersten Sutur an gezählt, in keinem Falle eine Sutur übersprungen wird. Schon in der Gattung *Porcellanaster* gibt es Arten mit drei siebförmigen Organen in jedem Interradius. Bei *Styracaster* kann ihre Zahl drei, fünf oder sieben betragen; sie können hier sich in ihrer Mitte so stark verbreitern, dass sie sich unmittelbar berühren und eine Strecke weit zusammenfliessen. Bei *Hyphalaster* (I, 24, 25) beträgt ihre Zahl fünf, sieben oder neun; bei *Hyphalaster planus* Slad. nähern sie sich fast bis zur Berührung. Bei *Hyphalaster antonii* Perr., *hyalinus* Slad. und *inermis* Slad. (I, 25) sind die äusseren, d. h. der Armspitze zunächst gelegenen, sehr viel schmäler als die übrigen, als wenn sie im Schwunde begriffen wären. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich bei dem mit je vierzehn siebförmigen Organen ausgestatteten *Thoracaster* und hat bei *Pseudaster* so sehr zugenommen, dass die sämmtlichen hier in grosser Zahl vorhandenen Organe nur noch die Gestalt schmaler Doppelreihen sehr kleiner Schuppen darbieten. Bei *Ctenodiscus* endlich kommen an allen Randplatten siebförmige Organe vor, die jedoch nur bei *Ctenodiscus krausei* Ldw. etwas genauer untersucht worden sind. Hier fand ich (309) auf der Aussenseite einer jeden Randplatte jederseits eine hinter einer senkrechten Stachelchenreihe versteckte, schräge Seitenfläche, die von einer weichen, in drei oder vier Längsfalten gelegten Haut bekleidet ist; jede Längsfalte umschliesst eine Längsreihe sehr feiner, flach zusammengedrückter, kleinster Stachelchen (I, 26, 27). Vergleicht man diese siebförmigen Organe mit den oben besprochenen Wimperstacheln der Astropectiniden, so kann kaum ein Zweifel an ihrer morphologischen Uebereinstimmung auftauchen; denn sie haben im Grunde denselben Bau und liegen in allen Fällen an den Verticalsuturen der Randplatten.

B. Die Kalkkörper der äusseren Ambulacralanhänge.

Im allgemeinen scheinen die äusseren Ambulacralanhänge (Füsschen und Fühler) der Seesterne frei von Skeleteinlagerungen zu bleiben, wenigstens kennen wir bis jetzt nur einige wenige Fälle, in denen die Füsschen mit Kalkkörperchen von microscopischer Kleinheit ausgestattet sind. Alle diese Fälle gehören zur Ordnung der *Valvata* und sind erst durch Vignier (559) und Cuénot (93) bekannt geworden, nachdem vorher nur Teuscher (536) eine kurze Andeutung über ihr Vorkommen bei *Ophidiaster ophidianus* Lam. gemacht hatte. Bei *Ophidiaster*, *Linckia* und *Goniodiscus* beschränkt sich das Auftreten von Kalkkörperchen auf die Endscheibe der Füsschen; hier bilden sie, z. B. bei *Linckia miliaris* Linck, am Rande der Endscheiben in einfacher Reihe einen Kranz von kleinen, glatten, gegitterten, unregelmässig umrandeten Plättchen. Bei *Gymnasteria*, *Pentaceros* und *Culcita* besitzen die Endscheiben der Füsschen ebenfalls einen ihrem Rande entlang verlaufenden Kranz von Kalkkörperchen, der aber hier viel dicker, breiter und aus mehreren zusammengedrängten Reihen von ästigen und gegitterten Plättchen gebildet ist. Ausserdem haben die drei zuletzt genannten Gattungen auch noch in der Wand der Füsschen kleine, quergelagerte Kalkkörperchen, die bald einfache oder wenig verästelte Stäbchen darstellen, bald die Form eines kurzen Stabes haben, der sich an seinen beiden Enden zu einer kleinen, von mehreren Oeffnungen durchbrochenen Gitterplatte verbreitert. Diese Kalkstäbchen der Füsschenwand entsprechen durchaus den Stützstäbchen in den Füsschen der Holothurien, während die Kalkkörper der Endscheibe niemals, wie es bei den Holothurien die Regel ist, in Form einer einzigen, die Mitte der Endscheibe einnehmenden Platte auftreten.

C. Das Hauptskelet.

Das Hauptskelet besteht aus einer grossen Anzahl*) kalkiger Skeletstücke, die sich, in der Regel parallel zur Körperoberfläche, in ganz bestimmter, gesetzmässiger Weise anordnen und unter sich theils durch unverkalktes Cutisgewebe, theils durch Muskeln zu einem mehr oder weniger beweglichen Gerüste verbunden sind. Bald haben sie die Gestalt von eckig oder abgerundet umgrenzten Kalkplatten, die mit ihren Rändern aneinanderstossen, bald weichen sie weiter auseinander und haben dann mehr die Form kurzer oder längerer Balken, die sich nur an ihren Enden miteinander verbinden und so ein Balkennetz aufbauen, dessen Maschen zur Aufnahme weicher Erhebungen der Körperoberfläche in Gestalt der Kiemenbläschen und Füsschen dienen. Nur ausnahmsweise liegen von aussen nach innen zwei Skeletstücke des Hauptskeletes so übereinander geordnet, dass das eine durch das andere vollständig verdeckt wird. In der Regel lassen sich demnach an dem trockenen Skelete die sämmtlichen Skeletstücke von aussen wahrnehmen. Die einen bilden die Wand (d. h.

*) Z. B. bei *Astropecten aurantiacus* L. mehr als 6000.

bei aufwärts gerichtetem Munde den Boden) und den Rand der Ambulacralfurchen und werden deshalb als das ambulacrale Skelet zusammengefasst, während die anderen, die man in ihrer Gesammtheit mit Sladen (503) das ambitale Skelet nennen kann, den Rest der ventralen und die ganze dorsale Seite des Seesternes einnehmen. Mit Joh. Müller (372) unterscheiden wir ferner die ventral gelegenen Stücke des ambitalen Skeletes als interambulacrales und die dorsal gelegenen als antiambulacrales Skelet. Interambulacrales und antiambulacrales Skelet stossen in der Linie, welche die oberen und unteren Randplatten oder deren Aequivalente voneinander trennt, zusammen; beim Mangel deutlicher Randplatten schwindet auch die scharfe Grenze der inter- und antiambulacralen Skeletbezirke. Perrier*) zieht es vor, die Randplatten und deren Aequivalente sowie die mitunter zwischen den beiden Reihen der oberen und unteren Randplatten auftretenden „intercalirten" Skeletstücke als Lateralskelet zu bezeichnen und versteht dann weiter unter Ventralskelet sowohl die ambulacralen Skeletstücke als auch die interambulacralen nach Ausschluss der unteren Randplatten und unter Dorsalskelet das ganze antiambulacrale Skelet nach Abzug der oberen Randplatten; durch diese Eintheilung wird indessen der Gegensatz des ambulacralen Skeletes einerseits zu dem inter- und antiambulacralen Skelete anderseits nicht genügend hervorgehoben.

Bei der grossen Bedeutung der Skelettheile für die systematische Beschreibung der lebenden und fossilen Arten und für die Erörterung ihrer Verwandtschaftsbeziehungen untereinander und zu anderen Klassen der Echinodermen ist eine bestimmte Terminologie der einzelnen Skeletstücke aus theoretischen und practischen Gründen unerlässlich. Doch kann ich mich dem Vorgehen mancher Autoren, namentlich Sladen's und Perrier's, insofern nicht ganz anschliessen, als ich es weder für nöthig noch für richtig halte, schon jetzt in dieser Terminologie die Ansichten zum Ausdruck zu bringen, zu denen man über die vergleichend-anatomischen Beziehungen der Skeletstücke der Seesterne zu denen der Schlangensterne, Seeigel und Crinoideen gelangt zu sein glaubt. Bei den in letzterer Hinsicht heute noch obwaltenden und nicht ausgeglichenen, tiefgehenden Meinungsverschiedenheiten scheint es mir einstweilen am besten, sich an eine Namengebung zu halten, die zunächst nur auf die Seesterne allein Rücksicht nimmt, dagegen die Beziehungen zu anderen Echinodermenklassen vor der Hand offen lässt. Eine derartige Terminologie hat wohl eher Aussicht auf eine gewisse Standhaftigkeit gegenüber dem Wechsel der Meinungen und wird uns später im letzten Buche dieses Werkes doch nicht hindern, die vergleichend-anatomischen Beziehungen zu den Skelettheilen anderer Echinodermenklassen in ausführlicher und verständlicher Weise zu besprechen. Demgemäss lehne ich für die descriptive Terminologie, um die es sich hier allein handelt, Bezeichnungen

*) Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman: Echinodermes, I. Paris 1894, 4° avec 26 pl.

wie „Basalia, Infrabasalia, Calicinalia, Genitalia" ab, da sie auf Vorstellungen über die Beziehungen zum Skelet der Crinoideen und zum Theil der Echinoideen beruhen, die heute noch jenseits von unserer sicheren Kenntniss sich auf dem Gebiete der beweisbedürftigen Hypothesen bewegen.

Fig. 1.

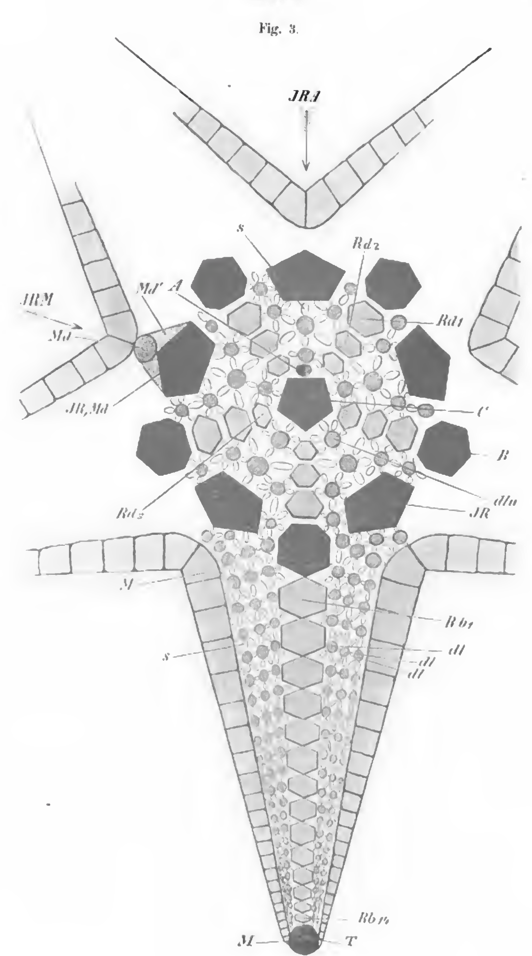
Fig. 2.

Zur Erläuterung der Terminologie mögen die schematischen Figuren 1—3 auf dieser und der folgenden Seite dienen, von denen die erste das Skelet eines Antimers in der Ventralansicht mit adambulacralem Peristom darstellt; die zweite stellt dieselbe Ansicht zweier benachbarter Antimeren mit ambulacralem Peristom dar; die dritte gibt eine Uebersicht über das antiambulacrale (= dorsale) Skelet der Scheibe und eines Armes. Die nähere Erklärung der Figuren geht aus der hier folgenden Besprechung der einzelnen Skeletstücke hervor.

1. Das ambulacrale Skelet.

Dasselbe setzt sich in jedem Antimer aus vier Längsreihen von Stücken zusammen, von denen die beiden der Medianebene des Antimers zunächst gelegenen ebenso wie die beiden weiter lateralwärts befindlichen zu symmetrisch entwickelten Paaren geordnet sind. Die beiden medialen Reihen bilden die Wand (= das Gewölbe) der für die Aufnahme der

Fig. 3.



Füsschen bestimmten und deshalb Ambulacralfurche genannten Rinne, die an der Unterseite eines jeden Antimers von der Mundumgebung bis zur Armspitze verläuft. Die beiden lateralen Reihen liefern die Berandung derselben Rinne. Jene heissen Ambulacralstücke (Ambulacralia); diese führen den Namen Adambulacralstücke (Adambulacralia).

a. Die Ambulacralstücke (*A* in Fig. 1 und 2) stellen in ihrer Gesammtheit eine die Ambulacralfurche überwölbende Doppelreihe von Skeletstücken dar, die schon Réaumur (445) mit einer Reihe von Wirbeln verglich. Jeder Wirbel besteht, wie zuerst Kade (257) und dann Konrad (261) und Tiedemann (544) zeigten, aus zwei symmetrischen Hälften, die von Tiedemann als „Wirbelstücke“ bezeichnet wurden, aber seit Blainville (64) den Namen Ambulacralstücke führen. (Nur bei gewissen fossilen Seesternen sind die Ambulacralstücke nicht paarig, sondern alternirend geordnet — eine Eigenthümlichkeit, auf die wir erst im Kapitel Paläontologie näher eingehen wollen.) Jedes Ambulacralstück stösst in der Medianebene des Antimers mit seinem Partner mit einer rauhen, gezähnelten Gelenkfläche zusammen. Der dieser Gelenkfläche zunächst gelegene Abschnitt des Ambulacralstückes heisst der Körper, der entfernter davon gelegene der Fortsatz des Ambulacralstückes. Der Körper ist adoral und aboral von glatten, parallelen Flächen begrenzt und liegt höher, also tiefer in das Innere der Arme eindringend, als der schräg nach unten und aussen gerichtete Fortsatz. In der Nähe der medianen Gelenkfläche besitzt der Körper an seiner oberen (dorsalen) und an seiner unteren (ventralen) Oberfläche eine Grube für die Insertion der oberen und unteren Quermuskeln der Wirbel. Der Fortsatz ist schmäler als der Körper, indem er an seiner adoralen wie an seiner aboralen Seite eine Einbuchtung besitzt. Da diese Einbuchtungen an den einander zugekehrten Seiten zweier aufeinander folgenden Fortsätze sich genau in Grösse und Lage entsprechen, so bleibt zwischen je zwei Fortsätzen stets eine längliche oder rundliche Lücke übrig, die einer Füsschenampulle den Eintritt in das Innere des Armes gestattet und deshalb Ambulacralporus (Konrad's „foramen intervertebrale“) heisst.

Bei den meisten Seesternen liegen die Ambulacralporen (*F* in Fig. 1) jederseits in einer einzigen Längsreihe, indem die adorale Einbuchtung am Fortsatz eines jeden Ambulacralstückes ebensoweit von der Medianebene des Antimers entfernt ist wie die aborale. Infolgedessen kann man die Anordnung der sämmtlichen Poren als eine biseriate bezeichnen. Bei den Asteriiden und Heliasteriden jedoch ändert sich dies Verhältniss dahin ab, dass die Ambulacralporen (*F* in Fig. 2) jederseits abwechselnd der Medianebene des Antimers näher oder ferner liegen; die adorale und aborale Einbuchtung am Fortsatz eines jeden Ambulacralstückes befinden sich nämlich in ungleichen Abständen von der Medianebene des Antimers: ist die adorale Einbuchtung der Medianebene näher gerückt, so liegt die aborale weiter von ihr entfernt und umgekehrt. Dadurch ordnen sich die Ambulacralporen jederseits in zwei, im Ganzen also in vier Reihen, was

dann als quadriseriate Anordnung bezeichnet wird. In beiden Fällen, sowohl bei biseriater als bei quadriseriater Anordnung, bleibt es aber unabänderlich dabei, dass zwischen je zwei Fortsätzen der Ambulacralstücke immer nur ein einziger Ambulacralporus seine Stelle findet. Bei der biseriaten Anordnung der Ambulacralporen sind die Ambulacralstücke in der Richtung der Principalaxe des Antimers verhältnissmässig dicker (= länger) als bei der quadriseriaten Anordnung, bei der sie in derselben Richtung comprimirt, also dünner (= kürzer) sind. Auf dieselbe Länge des Armes entfallen demnach unter sonst gleichen Verhältnissen bei quadriseriater Anordnung eine grössere Anzahl von Ambulacralstücken als bei biseriater.

Es wird sich empfehlen, die Begriffe „Länge" und „Breite" stets in gleichem Sinne so anzuwenden, dass wir die Länge der Skeletstücke in radialer Richtung messen, dagegen die Breite in der dazu queren Richtung. Demgemäss nennen wir an den Ambulacralstücken Länge die Entfernung der adoralen Fläche des „Körpers" von seiner aboralen und Breite die Entfernung des lateralen Endes des „Fortsatzes" von der Medianebene. Die quadriseriaten Arten haben also verhältnissmässig kürzere Ambulacralstücke als die biseriaten. Nach der Armspitze zu nimmt sowohl die Länge als auch die Breite der Ambulacralstücke sowie die Grösse der Ambulacralporen allmählich ab. Lateralwärts von dem Ambulacralporus ist der „Fortsatz" des Ambulacralstückes an seiner adoralen und ebenso an seiner aboralen Seite mit einer Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Fortsatze des vorhergehenden und des folgenden Ambulacralstückes ausgestattet; endlich ist auch das laterale Ende des Fortsatzes gelenkig mit dem oder den daranstossenden Adambulacralstücken verbunden.

Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der Ambulacralstücke, wodurch sie sich von allen anderen Stücken des Hauptskeletes unterscheiden, liegt in dem völligen Mangel aller jener Skeletanhänge, die auf jenen in Gestalt von Stacheln, Dornen, Körnern u. s. w. in so mannigfaltiger Weise auftreten können.

Die Zählungsweise der Ambulacralstücke (z. B. A_1, A_2, A_{11} in Fig. 1; A_1, A_2, A_{14} in Fig. 2) ergibt sich aus ihrer Altersfolge. Das älteste, also erste Paar ist dasjenige, welches dem Munde zunächst liegt. Das jüngste, also letzte, ist dasjenige, das am weitesten vom Munde entfernt sich an der Armspitze befindet. Wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, entstehen beim Wachsthum des Armes die neuen Ambulacralstücke stets aboral von den schon vorhandenen. Ausserdem findet aber auch eine Grössenzunahme der einmal vorhandenen in der Richtung der Länge und Breite statt. Die jüngsten Ambulacralstücke grenzen nicht an den adoralen Rand der Terminalplatte, sondern liegen unterhalb derselben, sind also in der Dorsalansicht von der Terminalplatte verdeckt.

b. Die Adambulacralstücke (*Ad* in Fig. 1 und 2) wurden von den älteren Autoren wie Tiedemann (544), Blainville (64), L. Agassiz

(10) mit den interambulacralen Platten in eine einzige Gruppe von Skelettheilen zusammengeworfen oder doch wenigstens nicht scharf von ihnen unterschieden. Erst Joh. Müller (372) erkannte ihre enge Zusammengehörigkeit zu den Ambulacralstücken, trennte sie deshalb von den eigentlichen Interambulacralstücken (worunter er die Ventrolateralplatten und die unteren Randplatten versteht) und führte den Namen Adambulacralplatten oder Saumplatten für sie ein, nachdem schon früher Meckel (345a) sie als „Ventralplatten“ (im engeren Sinne) bezeichnet hatte. Während A. Agassiz (5) und zum Theil auch Fewkes (132, 133) die Bezeichnung „Interambulacralplatten“ beibehalten haben, sind fast alle anderen neueren Autoren der Joh. Müller'schen Benennung gefolgt.

Die Adambulacralplatten sitzen den lateralen Enden der Fortsätze der Ambulacralstücke auf und grenzen mit ihren adoralen und aboralen Flächen aneinander, sodass sie an beiden Rändern jeder Ambulacralfurche eine geschlossene Reihe bilden. Mit ihrem lateralen Rande stossen sie an die interambulacralen Skeletstücke. Ihre freie Aussenfläche ist so gebogen, dass sie zum Theil in die Ambulacralfurche gerichtet ist, zum anderen Theile aber in der ventralen Oberfläche des Seesternes liegt; man kann also an ihr eine Furchenfläche und eine eigentliche Ventralfläche (= actinale Oberfläche) unterscheiden.

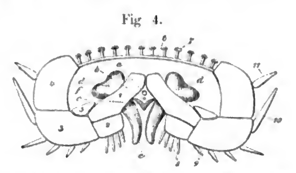
Beide Flächen sind in der Regel mit beweglichen Dornen, den Adambulacral- oder Furchenstacheln, besetzt. Doch sucht man diese Bezeichnung im engeren Sinne nur auf diejenigen Dornen anzuwenden, die auf der Furchenfläche selbst oder, was die Regel ist, auch auf der Umbiegungskante der Furchenfläche in die Ventralfläche (diese Kante wird auch als der freie Rand der Adambulacralstücke beschrieben) ihre Stelle haben, während die auf der Ventralfläche sitzenden Dornen dann als superficiale (Sladen) oder superambulacrale (Perrier) angeführt werden. Gegen die letztere Benennung lässt sich indessen einwenden, dass sie der natürlichen Haltung des Seesternes nicht entspricht; mit Bezug darauf müsste man sie eher subambulacrale Stacheln nennen. Die niemals fehlenden echten Adambulacralstacheln können bei contrahirter Ambulacralrinne, die in diese zurückgezogenen Füsschen schützend überdecken, während sie bei der Erweiterung der Rinne und bei ausgestreckten Füsschen wie Palissaden die Füsschen flankiren. Die subambulacralen Stacheln können auch durch Granula ersetzt sein oder ganz fehlen. Die Gesammtheit der adambulacralen und subambulacralen Stacheln wird als die adambulacrale Bewaffnung bezeichnet. Wegen der Bedeutung, die ihre Zahl, Anordnung und Form für die Systematik haben, müssen wir dort ausführlicher darauf zurückkommen.

In ihrer Zahl stimmen die Adambulacralplatten stets mit der Zahl der Ambulacralstücke überein. Entweder liegen sie so, dass sie genau mit jenen correspondiren, oder so, dass sie mit ihnen alterniren. Im ersteren Falle fällt die Grenzlinie zwischen zwei aufeinanderfolgenden Adambulacralstücken in dieselbe Richtung wie die Grenzlinie der beiden

entsprechenden Ambulacralstücke; im zweiten Falle, der der ursprüngliche und regelmässige zu sein scheint, fallen die Grenzlinien der Adambulacralstücke zwischen die Grenzlinien der Ambulacralstücke (s. Fig. 1 und 2). Die Altersfolge und Zählungsweise der Adambulacralstücke (z. B. Ad_1, Ad_2, Ad_{12} in Fig. 1; Ad_1, Ad_{14} in Fig. 2) ist ganz dieselbe wie bei den Ambulacralstücken; die jüngsten liegen zu den Seiten der jüngsten Ambulacralstücke unterhalb der Terminalplatte.

c. Die Superambulacralstücke (5 in Fig. 4). Bei der Familie der Astropectiniden, ferner bei vielen Linckiiden und einzelnen Arten aus den Familien der Porcellanasteriden und Archasteriden kommt jederseits in jedem Antimer eine Reihe von äusserlich nicht sichtbaren Skeletstücken vor, welche sich an die Innenseite des lateralen Endes der Fortsätze der Ambulacralstücke anlehnen. Sie entsprechen der Zahl nach den Ambulacralstücken und haben die Form quergestellter, kurzer Balken oder Spangen. Schon Konrad (261) beschrieb sie als „ossa intermedia“ und Tiedemann (544) als „Seitenstücke der Wirbel“. Joh. Müller (372) nannte sie nach Meckel's Vorgang „Jochstücke“, während die neueren Autoren sie als Superambulacralplatten zu bezeichnen pflegen. Ob man sie noch zu dem eigentlichen Ambulacralskelet rechnen soll, oder ob man sie als nach innen gerückte Interambulacralplatten anzusehen hat, oder ob sie Bildungen eigener Art sind, bedarf noch der Untersuchung. Mir scheint das letztere das Wahrscheinlichste zu sein. Mit ihrem medialen Ende stützen sie sich, wie gesagt, auf die Ambulacralstücke, während ihr laterales Ende bei den Astropectiniden und bei *Ctenodiscus* (Porcellanasteriden) auf den unteren Randplatten ruht; bei *Pararchaster folini* Perr. (Archasteriden) tritt dagegen das laterale Ende an die oberen Randplatten; bei den Linckiiden verbindet es sich mit der ersten *(Linckia, Chaetaster)* oder zweiten *(Scytaster, Ophidiaster)* Reihe der Interambulacralplatten. Auch kann es vorkommen *(Scytaster)*, dass die Superambulacralstücke sich in zwei oder drei kleinere Stücke auflösen.

Fig. 4.



Querschnitt durch den Arm einer *Astropecten*-Art, schematisch, mit Weglassung der radiären Blinddärme.

1 Ambulacralstück (= Wirbelhälfte), *2* Adambulacralstück; *3* untere, *4* obere Randplatte; *5* Superambulacralstück; *6* Rückenhaut; *7* Paxillen; *8* Adambulacralstacheln; *9* Stacheln auf der Unterseite der unteren Randplatte; *10* unterer, *11* oberer Randstachel; *a* das radiale Wassergefäss; *b* das radiale Blutgefäss; *c* der radiale Nerv; *d* Füsschenampulle; *e* Füsschen, *f* Innenraum des Armes (Leibeshöhle).

d. Das Peristom (Sladen's Actinostomialring). Indem die ambulacralen Skeletstücke (Ambulacralia und Adambulacralia) der sämmtlichen Antimeren dem Munde zunächst sich enger miteinander verbinden, bauen sie einen den Mund umkreisenden Skeletring auf, den wir das Peristom

oder Mundskelet nennen. Derselbe setzt sich, wenn *n* die Zahl der Antimeren bedeutet, aus $2 \times n$ Adambulacralstücken und $4 \times n$ Ambulacralstücken zusammen. Es treten also von jedem Antimer sechs Stücke in das Peristom ein: erstens das erste (= älteste) Paar der Adambulacralstücke, sowie zweitens das erste und zweite (= älteste und zweitälteste) Paar der Ambulacralstücke. Die innere, d. h. dem Munde zugekehrte Begrenzung des Peristoms bildet dabei fast immer eine in regelmässigem Wechsel ein- und ausgebuchtete Kreislinie, deren Einbuchtungen das eine Mal interradial, das andere Mal radial liegen. Im ersten Falle werden die Einbuchtungen von den adambulacralen Peristomalplatten gebildet und die Ausbuchtungen sind es, die von den ambulacralen Platten begrenzt werden. Im anderen Falle liegen die Ein- und Ausbuchtungen umgekehrt; die Einbuchtungen kommen durch die Ambulacralstücke zu Stande, während die Ausbuchtungen der Lage nach den Adambulacralstücken entsprechen. Viguier (559) hat den ersteren häufigeren Fall als „adambulacralen Mund", den zweiten als „ambulacralen Mund" bezeichnet, wofür ich lieber adambulacrales und ambulacrales Peristom sagen möchte.

Beim adambulacralen Peristom (II, 2 und Fig. 1) liegen die adambulacralen Stücke des Peristoms dem Munde näher als die ambulacralen und bilden so in der Richtung eines jeden Interradius eine deutlich nach dem Munde zu vorspringende „Mundecke".

Bei dem ambulacralen Peristom (Fig. 2) hingegen sind diese Mundecken nur schwach ausgebildet und treten etwas weiter vom Munde zurück als die „Körper" der Ambulacralstücke. Sieht man sich die Sache näher an, so findet man, dass der ganze Unterschied dadurch entsteht, dass beim ambulacralen Peristom die ersten Adambulacralia in der Ansicht von unten erheblich kleiner sind als beim adambulacralen, und dass zweitens die beiden ersten Ambulacralstücke eines jeden Antimers noch mit ihren ganzen Körpern in der Medianebene des Antimers zusammenstossen und ebendort sich gegen den Mund vorwölben, während sie beim adambulacralen Peristom je nach den Arten immer weiter auseinanderweichen, sodass schliesslich die Körper der zweiten Ambulacralstücke unmittelbar an der adoralen Begrenzung des Peristoms theilnehmen und dafür die beiden ersten Ambulacralstücke nur noch wie seitliche Fortsätze der zweiten Ambulacralstücke aussehen.

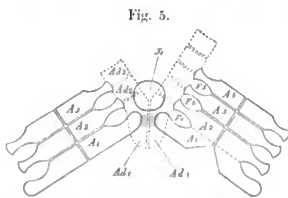
Da auch die adambulacrale Peristombildung anfänglich, beim ganz jungen Thiere, als eine „ambulacrale" sich anlegt und sich erst im Laufe der weiteren Entwicklung zur adambulacralen umbildet, so wird man in der ambulacralen die einfachere und ursprünglichere Einrichtung erkennen müssen, dagegen in der adambulacralen eine secundäre Erscheinung, die freilich bei den allermeisten lebenden Arten Platz gegriffen hat. Sie findet sich nämlich bei allen Mitgliedern der Ordnungen der *Spinulosa, Velata, Paxillosa* und *Valvata* (II, 2). Nur bei den *Forcipulata* kommt die ambulacrale Peristombildung bei den erwachsenen Thieren

vor und auch hier nicht bei allen, sondern nur in den Familien der Asteriiden, Heliasteriden, Zoroasteriden und Stichasteriden: dagegen besitzen die Pedicellasteriden ein adambulacrales Peristom und bei den Brisingiden begegnet man neben einem deutlich adambulacralen Peristom (bei *Odinia* und *Labidiaster*) einer Peristombildung, die zwischen der ambulacralen und der adambulacralen entweder die Mitte hält (Perrier's „indifferentes“ Peristom) oder mehr zur adambulacralen Form hinneigt. Bei diesem allmählichen Uebergange der ambulacralen Peristombildung zur adambulacralen lässt sich die in den extremen Fällen allerdings recht verschieden aussehende Gestaltung des Peristoms für die Abgrenzung von Unterklassen oder Ordnungen nicht verwerthen. In dieser Hinsicht stimme ich also Perrier durchaus bei, wenn er die Viguier'schen Unterklassen der „Astéries ambulacraires“ und der „Astéries adambulacraires“ ablehnt. Da wir indessen auf die Bedeutung des Peristoms für das System später ausführlicher eingehen müssen (im Kapitel Systematik), so wenden wir uns jetzt nur zu einer morphologischen Besprechung der in das Peristom eintretenden Ambulacral- und Adambulacralstücke.

Von den Ambulacralstücken betheiligen sich in jedem Antimer die beiden ersten Paare am Aufbaue des Peristoms; Fewkes (132) nennt sie deshalb orale Ambulacralplatten oder Circumoralia. In ihrer engen Vereinigung ($A_1 + A_2$ in Fig. 1 und 2) stellen sie anscheinend nur ein einziges Paar von Ambulacralstücken dar, welches gewöhnlich als „erster Wirbel“ bezeichnet wird. Der darauffolgende sog. zweite Wirbel und ebenso die weiter folgenden Paare der Ambulacralstücke werden demzufolge mit einer Nummer gezählt, die eigentlich um eins zu niedrig ist, denn der „zweite“ Wirbel besteht strenggenommen nicht aus dem zweiten, sondern aus dem dritten Paare der Ambulacralia u. s. w. Dass der „erste“ Wirbel sich durch seine Form von den übrigen Wirbeln unterscheidet, war schon Kade (257) und Tiedemann (544) aufgefallen. Erst durch meine Untersuchungen wurde der Nachweis erbracht, dass diese besondere Form des „ersten“ Wirbels sich daraus erklärt, dass derselbe in Wirklichkeit aus der Verschmelzung der beiden ersten Paare der Ambulacralstücke entsteht. Der „erste“ Wirbel besitzt im Gegensatze zu den übrigen einen viel dickeren (= längeren) Körper und hat jederseits nicht einen einzigen, sondern zwei Fortsätze, welche den ersten Ambulacralporus *(F1)* zwischen sich nehmen. Der „Körper“ des ersten Ambulacralstückes ist entweder mit dem des zweiten völlig verschmolzen oder er ist rückgebildet und dann selbst zu einem Theile des ersten Wirbel-Fortsatzes geworden, der sich adoral vom ersten Ambulacralporus befindet. In den Fig. 1 und 2 habe ich die Trennungslinien der ersten Ambulacralstücke von den zweiten absichtlich angegeben, obschon sie am erwachsenen Thiere nicht mehr deutlich zu sehen sind; der sogen. erste Wirbel ist also in jenen beiden Figuren in seine Componenten A_1 und A_2 zerlegt; denkt man sich diese Trennungslinien hinweg, so entsprechen die beiden Figuren dem, was man bei Betrachtung der erwachsenen Thiere als

sog. ersten Wirbel vor sich hat. In der rechten Hälfte der Fig. 5 sind die Trennungslinien, um die es sich hier handelt, punktirt angegeben an einer Form des „ersten Wirbels“, der in Bezug auf das Auseinanderweichen der Körper der ersten Ambulacralstücke ungefähr die Mitte zwischen dem in Fig. 1 und 2 dargestellten einhält.

Fig. 5.



Schema über die Skeletstücke des Peristoms der Seesterne, von der Dorsalseite gesehen. Die Figur umfasst einen Interradius und die beiden anliegenden Radien.

A_1, A_2, A_3 die Ambulacralstücke (= Wirbelhälften); Ad_1, Ad_2, Ad_3 die Adambulacralstücke; I_1 das innere intermediäre Stück; F_1, F_2, F_3 die Ambulacralporen.

Die ersten Adambulacralstücke je zweier benachbarten Antimeren bilden durch ihre Aneinanderlagerung und ihr, namentlich bei der adambulacralen Peristombildung starkes, nach dem Munde gerichtetes Vorspringen die Mundecken. Dass die Mundecken auf solche Weise aus zwei Adambulacralstücken entstehen, erkannte zuerst Joh. Müller (372). Seine Ansicht ist durch alle späteren Forscher bestätigt worden; nur Fewkes (132) behauptet, dass diese Stücke keine selbstständigen Skeletbestandtheile seien, sondern nur durch eine besondere Fortsatzbildung am lateralen Ende der ersten Ambulacralstücke entständen; er nennt sie deshalb „interambulacral ends of the oral ambulacrals“. Vignier (559) und seinem Beispiele folgend Perrier*) nennen die ersten Adambulacralstücke „Zähne“**). Da aber weder ihre Form noch ihre Function zu einer solchen Bezeichnung genügende Veranlassung bieten, so scheint es mir richtiger, sie entweder nach dem Vorschlage Sladen's (503) als „Mundplatten“ oder noch besser als Mundeckstücke zu bezeichnen. Die beiden zu einer Mundecke gehörigen Mundeckstücke stossen in der Richtung der Interradialebene mehr oder weniger dicht aneinander, ohne jedoch jemals an dieser Stelle fest zu verschmelzen; Sladen nennt diese Grenzlinie die mediane Sutur der Mundecken. Bei der adambulacralen Peristombildung (Fig. 1) unterscheiden sich die Mundeckstücke durch ihre bedeutendere Grösse sofort von den übrigen Adambulacralstücken. In der Regel hat jedes Mundeckstück, von der Ventralfläche gesehen, eine dreieckig umrandete Oberfläche, an der sich die drei Ränder mit Perrier als suturaler, distaler und ambulacraler unterscheiden lassen. Der suturale Rand ist dem anderen, zum selben Paare gehörigen Mundeckstücke zugekehrt; mit dem distalen Rande grenzt das Mundeckstück

*) Expéditions scientifiques du Travailleur et du Talisman; Echinodermes. I. Paris 1894. 4° avec 26 pl.

**) Tiedemann hatte schon von „zahnartigen Stücken“ gesprochen; er meinte damit aber nicht das einzelne erste Adambulacralstück, sondern die beiden zu einer Mundecke verbundenen, die er irrthümlich für ein einheitliches Skeletstück ansah.

an das zweite Adambulacralstück; der ambulacrale Rand ist frei und theils gegen die Ambulacralrinne, theils gegen den Mund gerichtet. Sind alle drei Ränder gerade Linien, so hat das Mundeckstück eine regelmässig dreieckige Ventralfläche. Ist die nach dem Munde gerichtete Spitze abgestutzt, so ist die Ventralfläche viereckig (trapezförmig). Ist der ambulacrale Rand convex gebogen, so wird die Umgrenzung der Ventralfläche beilförmig („securiforme", Perrier). Bei ambulacraler Peristombildung (Fig. 2) sind die Mundeckstücke viel kleiner als bei der adambulacralen und unterscheiden sich infolgedessen in der Ventralansicht sehr viel weniger von den folgenden Adambulacralstücken; nach dem Munde hin richten sie eine steile, adorale Fläche.

Ebenso wie die übrigen Adambulacralstücke sind auch die Mundeckstücke stets mit Dornen bewehrt, die zusammen die Bewaffnung der Mundecken bilden. Mit Sladen nennen wir sie die „Mundstacheln". Aehnlich wie man in der Adambulacralbewaffnung echte Adambulacralstacheln und subambulacrale unterscheiden kann (s. S. 526), so lassen sich auch an den Mundeckstücken Stacheln wahrnehmen, die den freien Rand derselben besetzen, und andere, die auf der Ventralfläche derselben angebracht sind. Jene heissen bei Perrier ambulacrale Stacheln, diese superdentäre. Beide Benennungen kann ich für keine glücklichen halten. Die erste ist viel zu allgemein und lässt überdies die falsche Vorstellung aufkommen, als handle es sich bei den „ambulacralen" Stacheln um etwas wesentlich anderes als bei den damit doch gleichwerthigen adambulacralen der übrigen Adambulacralstücke. Die zweite setzt wieder voraus, dass man sich den Seestern, im Gegensatze zu seiner natürlichen Haltung, mit dem Munde nach oben gekehrt denkt. Ich ziehe es deshalb vor, im Anschlusse an Sladen die Stacheln der Mundeckstücke als Randstacheln oder eigentliche Mundstacheln und als Oberflächenstacheln zu unterscheiden. Von den Randstacheln ist derjenige, der dem Munde zunächst auf der Ecke steht, den suturaler und ambulacraler Rand des Mundeckstückes mit einander bilden, häufig durch Grösse und Stärke vor den übrigen ausgezeichnet; er mag nach Perrier's Vorschlag den Namen Eckstachel führen. Form, Zahl und Anordnung der Randstacheln und der Oberflächenstacheln sind, wie wir später sehen werden, nicht ohne Bedeutung für die Systematik.

2. Das interambulacrale Skelet.

Unter dem interambulacralen Skelet verstehen wir die sämmtlichen, nicht zum Ambulacralskelet gehörigen Skeletstücke der Ventralseite. Dasselbe setzt sich aus drei verschiedenen Bestandtheilen zusammen: erstens einem zum Mundskelet tretenden, äusserlich in der Regel nicht sichtbaren Skeletstück, das in jedem Interradius nur in der Einzahl vorkommt und als innere intermediäre Platte bezeichnet werden kann; zweitens aus einer verschieden grossen Zahl von zwischen den Adambu-

lacralplatten und den unteren Randplatten gelegenen Ventrolateralplatten; drittens aus einer verschieden grossen Anzahl unterer Randplatten.

a. Das innere intermediäre Stück (*Jm* in Fig. 1 und 2, J_1 in Fig. 5) tritt in jedem Interradius nur in der Einzahl auf und scheint niemals ganz zu fehlen, wenn es auch je nach den Arten grossen Verschiedenheiten in Grösse und Form unterliegt. Es hat seine Stelle stets in dem von den Ambulacralskeleten zweier benachbarten Antimeren gebildeten Winkel und wird durch die entsprechende interradiale Hauptebene genau halbirt. Es lagert sich auf die innere obere Seite der beiden zu einer Mundecke verbundenen ersten Adambulacralstücke (= Mundeckstücke) und nimmt deshalb in der Regel an der Bildung der ventralen Oberfläche des Seesternes keinen Antheil; nur sehr selten wird es von aussen ganz oder theilweise sichtbar (bei den *Styracaster-*, *Hyphalaster-*, *Thoracaster-* und einzelnen *Porcellanaster*-Arten). Viguier (559) hat ihm in Consequenz seiner Bezeichnung der Mundeckstücke als „Zähne“ den ebensowenig passenden Namen „Zahnträger“ (Odontophor) gegeben, den auch Perrier festhält, während Sladen (503) es als basales Interbrachiale, Fewkes (132) als erstes Interbrachiale bezeichnet. Durch die Bedeutung, welche insbesondere Viguier diesem Skeletstück für die Systematik glaubte beilegen zu müssen (wir kommen im Kapitel Systematik darauf zurück), ist demselben in den neueren Specialarbeiten vielfach besondere Aufmerksamkeit geschenkt worden. Doch haben auch schon die früheren Forscher dasselbe ganz gut gekannt. Meckel (345a) erwähnte dasselbe wohl zuerst, vertrat aber die irrthümliche Meinung, dass dieses stets unpaare Skeletstück (bei Astropecten) als eine Fusion der ersten Superambulacralstücke aufzufassen sei. Delle Chiaje (84) bildete unser Skeletstück von *Astropecten aurantiacus* L. und *Luidia ciliaris* Phil. ab. Erst Joh. Müller (372) erkannte in ihm einen allen Asteroiden zukommenden Skelettheil; er fasste es im Gegensatze zu Meckel als eine Skeletplatte besonderer Art auf und bemerkte richtig, dass an diese Platten die interbrachialen Septen*) der Leibeshöhle sich ansetzen. Mit Bezug darauf nennen A. Agassiz (5) und Sladen (503) das in Rede stehende Skeletstück auch „Basalplatte des interbrachialen Septums“. G. O. Sars (464) beschrieb es bei *Brisinga* und *Solaster* als „wedge plate“. Ich selbst habe es bei verschiedenen Gelegenheiten (300, 303) als erstes intermediäres Skeletstück und später (307) als unpaare Interambulacralplatte bezeichnet.

b. Die Ventrolateralplatten (11, 2 und *vl* in Fig. 1) nehmen das zwischen den Adambulacralstücken und den unteren Randplatten (oder deren Homologa) gelegene Feld, das sog. actinale Interradialfeld oder, wie es auch genannt wird, das intermediäre Interambulacralfeld ein. Joh. Müller (372) bezeichnete die Ventrolateralplatten als intermediäre Interambulacralplatten, indem er sie von den marginalen Interambulacralplatten

*) Ueber diese Septen und ihre bald vorhandenen, bald fehlenden Skeletstücke (= Interbrachialskelet) vergl. das Kapitel Leibeshöhle.

(= untere Randplatten) als eine besondere Gruppe von Skelettheilen unterschied. Den Namen Ventrolateralia gab ihnen Perrier, indem er diese früher von Gaudry (156) für die unteren Randplatten gebrauchte Bezeichnung auf sie übertrug. Wie schon Joh. Müller auseinandergesetzt hat, sind die Ventrolateralstücke in der Regel in Reihen geordnet, die quer und etwas schief zur Medianebene des Antimers von den Adambulacralstücken zu den unteren Randplatten ziehen. Perrier nennt diese Querreihen die ventralen Bogen. Gleichzeitig sind die Ventrolateralstücke so angeordnet, dass sie jederseits vom Ambulacralskelet eine oder mehrere Längsreihen bilden, die parallel mit der Reihe der Adambulacralplatten von der interradialen Hauptebene des Armwinkels nach der Armspitze zu verlaufen. Da diese Reihen in den interradialen Bezirken bogenförmig in die entsprechenden Reihen des benachbarten Antimers umbiegen, so werden sie in diesen Bezirken auch als die interbrachialen Bogen (Sladen) bezeichnet. Dieser Terminus „interbrachialer Bogen" ist also in einem anderen Sinne zu verstehen als die Perrier'sche Bezeichnung „ventrolateraler Bogen". Als erste Platte (vl_1 in Fig. 1) eines jeden ventrolateralen Bogens bezeichnet Perrier diejenige, die an die Reihe der Adambulacralstücke anstösst; da sie oft in ihrer Form verschieden ist von den übrigen Bogenstücken, nennt er sie die Initialplatte des Bogens.

Häufig ist die Ausbildung der Ventrolateralstücke auf den der Scheibe angehörigen Theil der Antimeren beschränkt, mitunter in solchem Maasse, dass in den Armwinkeln nur eine ganz geringe Anzahl von Ventrolateralplatten zur Entwicklung kommt; alsdann stossen weiter nach den Armspitzen zu die unteren Randplatten unmittelbar an die Adambulacralplatten. Aber auch bei reichlicher Entwicklung der Ventrolateralstücke reicht ihre innere (aus den Initialstücken der Bogen gebildete) Längsreihe weiter nach der Armspitze hin als die zweite Längsreihe, diese wieder weiter als die dritte u. s. w. Die ventralen Bogen werden also um so kürzer je näher sie den Armspitzen liegen und nehmen zugleich an Zahl der sie zusammensetzenden Stücke ab. Auch in den Armwinkeln treten durch das Zusammenstossen der Bogen zweier benachbarten Antimeren Reductionen in der Zahl der den einzelnen Bogen bildenden Skeletstücke ein. Im Ganzen hängt die geringere oder reichere Entwicklung der Ventrolateralstücke natürlich ab von der Breite der Antimeren und dem Maasse, in dem sich die Antimeren an der Bildung der Scheibe betheiligen.

Wenn es auch keine seltene Erscheinung ist, dass sich an jede Adambulacralplatte nur je ein ventrolateraler Bogen anlehnt, so sind die Bogen dennoch weder in ihrer Zahl noch in ihrer Anordnung an die Adambulacralstücke und ebensowenig an die unteren Randplatten streng gebunden. Auch kommt es häufig vor, dass die Ventrolateralstücke die regelmässige Anordnung in Bogen überhaupt ganz aufgeben, was namentlich dann eintreten kann, wenn beim Mangel deutlicher Randplatten das interambulacrale Skelet ohne scharfe Grenze in das antiambulacrale übergeht.

In ihrer Form unterliegen die Ventrolateralplatten grossen Verschiedenheiten; bald stellen sie polygonale, dicht aneinanderstossende Platten dar, die eine Art von Pflaster oder Mosaik bilden; bald übergreifen sie sich mit ihren Rändern in schuppenförmiger Weise; bald lassen sie Zwischenräume zwischen sich, die von unverkalkter Haut eingenommen werden oder auch zum Durchtritt von Kiemenbläschen benutzt werden, und stellen dann in ihrer Gesammtheit ein Netzwerk dar. Sie können auf ihrer freien Oberfläche Körnchen oder Dornen tragen oder derartiger Skeletanhänge ganz entbehren.

c. Die unteren Randplatten (*M* in Fig. 1) sind bei den *Paxillosa* und *Valvata* (die zusammen den Sladen'schen *Phanerozonia* *) entsprechen) gut ausgebildet und bilden dann den Rand der Ventralseite, während sie bei den *Forcipulata, Spinulosa* und *Velata* (= den Sladen'schen *Cryptozonia* **)) weniger deutlich entwickelt sind und sich oft kaum unterscheiden lassen. Ihren Namen „untere Randplatten" haben sie erst durch Joh. Müller (372) erhalten, der sie auch als marginale Interambulacralplatten bezeichnete, während früher Blainville (64) und L. Agasiz (10) sie als Interambulacralplatten schlechthin, Meckel (345a) als Seitenplatten, Gaudry (156) als lateroventrale Stücke beschrieben hatten. Bei Sladen (503) heissen sie infero-marginale, bei Perrier ventrale Marginal-Platten.

Bei typischer Ausbildung ordnen sie sich jederseits an jedem Antimer zu einer vom Armwinkel bis zur Armspitze reichenden, geschlossenen Reihe, die mit ihrem distalen (= aboralen) Ende sich bis unter die Terminalplatte zu erstrecken pflegt. Die einzelnen Platten sind verhältnissmässig gross, bald breiter als lang, bald länger als breit, manchmal in der Nähe der Armwinkel kürzer (wie comprimirt) als weiterhin am Arme; an der Armspitze aber nehmen sie in der Regel allmählich an Grösse ab. Meistens sind die Platten dick und massiv (z. B. bei den Archasteriden, Astropectiniden, Pentagonasteriden und Antheneiden), seltener dünn und lamellenförmig (bei den Porcellanasteriden). Ihre freie Oberfläche ist nackt oder mit Körnchen, Dornen oder Stacheln, den unteren Randstacheln, besetzt. Die Zahl der unteren Randplatten ist bei den einen Arten eine ziemlich kleine, während sie bei anderen eine beträchtliche Höhe erreicht. Die der interradialen Hauptebene zunächstgelegene Platte wird als innerste oder erste bezeichnet; die letzte dagegen ist diejenige, die der Armspitze zunächst liegt. Diese Zählungsweise entspricht zugleich der Altersfolge der Platten; die neuen Platten entstehen nämlich ebenso wie die Adambulacral- und Ambulacralstücke stets an der Terminalplatte des Armes. Indessen ist die Zahl der Randplatten dennoch keineswegs an die Zahl der ambulacralen Skeletstücke gebunden, sondern in der Regel erheblich kleiner als diese. Die rechte und linke Reihe der unteren Randplatten eines jeden Antimers sind fast ausnahmslos genau symmetrisch

---

*) *φανερός* sichtbar, deutlich; *ζωνή* Gürtel.
**) *κρυπτός* versteckt, verborgen; *ζωνή* Gürtel.

entwickelt, sodass beide Reihen aus einer gleichen Anzahl paarig gegenüberliegender Platten bestehen.

3. Das antiambulacrale Skelet.

Das antiambulacrale Skelet (Dorsalskelet, Abactinalskelet) (Fig. 3) wird aus den sämmtlichen der Dorsalseite angehörigen Skelettheilen gebildet. Als Bestandtheile desselben lassen sich unterscheiden: erstens die oberen Randplatten, falls solche zu deutlicher Ausbildung gelangt sind; zweitens die an der Spitze eines jeden Armes befindliche Terminalplatte; drittens die primären Platten des Scheibenrückens, die wieder in Centralplatte, primäre Interradialplatten und primäre Radialplatten zerfallen; viertens die secundären Radialplatten der Arme und der Scheibe; fünftens die Dorsolateralplatten; sechstens die supplementären Platten der Scheibe und der Arme; endlich siebtens die Madreporenplatte.

a. Die oberen Randplatten (*M* in Fig. 3) gehen in ihrem Auftreten gewöhnlich Hand in Hand mit den unteren Randplatten, mit denen sie mitunter erst durch intercalirte Stücke, in der Regel aber durch unmittelbare Berührung in Verbindung treten. Entsprechend den verschiedenen Benennungen der unteren Randplatten führen auch sie in der Literatur bald den Namen Seitenplatten (Meckel [345a]), Interambulacralplatten (Blainville [64] und L. Agassiz [10]), latero-dorsale Stücke (Gaudry [156]), supero-marginale Platten (Sladen [503]), dorsale Marginalplatten (Perrier). Zusammen mit den Terminalplatten liefern sie die Umrandung der dorsalen (= abactinalen) Seite des Seesternes. Wie die unteren Randplatten sind sie bei guter Ausbildung in eine geschlossene Reihe geordnet, die bis an oder unter den Seitenrand der Terminalplatte reicht. In Bezug auf ihre Form, Zahl, Zählungsweise und Altersfolge gilt auch für sie das bei den unteren Randplatten Gesagte. In der Regel liegen sie genau über den unteren Randplatten, sodass ihre Zahl mit derjenigen der unteren übereinstimmt und zugleich die queren Trennungslinien der aufeinander folgenden oberen Randplatten in dieselben Querschnittsebenen des Antimers fallen wie die der unteren; doch kommt es auch vor, dass jene Trennungslinien der oberen Randplatten mit denen der unteren alterniren (bei einzelnen *Pontaster-* und *Pararchaster*-Arten). Bei *Styracaster, Thoracaster* und einigen *Hyphalaster-* und *Nymphaster*-Arten stossen die beiderseitigen oberen Randplatten eines jeden Antimers im Bereiche der Arme in der radialen Hauptebene zusammen.

Während sonst sowohl an den oberen wie an den unteren Randplatten die interradiale Hauptebene zwischen den beiden ersten Platten der benachbarten Antimeren hindurchgeht, lagert sich bei *Pararchaster* eine unpaare (obere und untere) Randplatte so in den Armwinkel, dass sie durch die interradiale Hauptebene halbirt wird.

b. Der Terminalplatte (*T* in Fig. 1 und 3) wurde erst durch Joh. Müller (372) nähere Beachtung geschenkt. Er gab ihr ihren Namen, den ich (307) wieder in Erinnerung brachte, woraufhin Sladen (503),

Fewkes (132) und Perrier sich desselben gleichfalls bedienten. Nebenbei wurde die Terminalplatte von mir (307) und Sladen (503) wegen ihrer Beziehungen zur Ocularplatte am Apex der Seeigel auch als Augenplatte bezeichnet. Wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, treten die Terminalia schon sehr früh an den jungen Thieren auf, früher als irgend welche anderen, inter- oder antiambulacralen Skeletstücke der Arme und vielleicht auch der Scheibe. Von Anfang an legt sich jedes Terminale als ein einheitliches, unpaares Stück an, das seine Lage am distalen Ende der Dorsalseite seines Antimers niemals aufgibt. Der Versuch Sladen's (503), das Terminale als eine Verschmelzung zweier oberer Randplatten anzusehen und es demgemäss mit diesen für morphologisch gleichwerthig zu erklären, ist völlig verfehlt. Das Einzige, was er zur Stütze seiner Ansicht vorbringt, ist die Beobachtung, dass das Terminale bei einigen Astropecten-Arten (*acanthifer* und *imbellis*) auf seiner Dorsalseite eine Längsfurche besitzt, die er ohne jeden weiteren Grund für eine Verwachsungslinie hält, eine Ausdeutung, die in ihrer Willkürlichkeit die Thatsache nicht zu erschüttern vermag, dass es weder anatomisch noch entwicklungsgeschichtlich möglich ist, in dem Terminale etwas anderes als ein von Haus aus unpaares Skeletstück zu sehen.

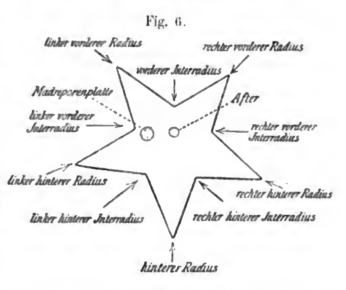
Durch seine auffallende Grösse zeichnet sich das Terminale bei den Porcellanasteriden und vielen Pentagonasteriden aus; auch einzelne Archasteriden (*Dytaster*- und *Plutonaster*-Arten) besitzen grosse Terminalplatten, während sie bei den meisten Archasteriden und Astropectiniden nur von mässiger Grösse sind. Unscheinbar kleine Terminalia finden sich dagegen vorzugsweise bei den *Forcipulata*, *Spinulosa* und *Velata*. Oberflächlich sind die Terminalplatten, ähnlich wie die oberen Randplatten, bald nackt, bald mit Körnchen, Höckerchen, Dornen oder Stacheln besetzt.

c. Die Primärplatten des Scheibenrückens (*C*, *JR* und *R* in Fig. 3.) Damit bezeichnen wir elf Platten, die sich früher als alle anderen auf dem Scheibenrücken des jungen Seesternes anlegen und manchmal auch noch beim erwachsenen Thiere sich durch ihre Grösse und regelmässige Lagerung vor den übrigen Skeletstücken des Scheibenrückens auszeichnen. In der schematischen Fig. 3 sind sie durch eine besondere Schraffirung kenntlich gemacht und, um sie noch mehr hervorzuheben, grösser dargestellt, als sie beim erwachsenen Thiere in Wirklichkeit sind. Bei Seesternen mit mehr als fünf Antimeren sind es dieser Platten natürlich entsprechend mehr; bezeichnen wir die Zahl der Antimeren wieder mit n, so beträgt die Zahl der Primärplatten des Scheibenrückens immer $2 \times n + 1$.

Eine von diesen Platten (*C* in Fig. 3) liegt genau oder fast genau im Mittelpunkte des Rückens und wird deshalb als das Centrale oder Dorsocentrale bezeichnet. Orientirt man den Seestern (Fig. 6) so, dass bei abwärts gerichtetem Munde der Interradius der Madreporenplatte (*JRM* in Fig. 3) der vordere linke ist, so liegt der After (*A* in Fig. 3), falls ein solcher überhaupt vorhanden ist, stets am vorderen Rande der Centralplatte.

Von den zehn übrigen Primärplatten liegen fünf in der Richtung der Radien, die fünf anderen in der Richtung der Interradien. Die letzteren, die wir die **primären Interradialplatten** (*JR* in Fig. 3) nennen wollen, treten früher auf als jene (s. das Kapitel Ontogenie). **Sladen** (502, 503) und ihm nachfolgend **Perrier** bezeichnen die primären Interradialplatten als „Basalia", indem sie dieselben mit den Basalplatten des Crinoideenkelches vergleichen, während **ich** (307) und **Fewkes** (132) sie wegen ihrer Beziehungen zu den Genitalplatten der Seeigel auch „Genitalia" nannten.

Fig. 6.



Die fünf **primären Radialplatten** (*R* in Fig. 3) wurden früher von mir (307) als erste intermediäre Platten des Scheibenrückens bezeichnet; **Sladen** und **Perrier** nennen sie einfach Radialia, während **Fewkes** (132) dafür die Bezeichnung „erstes Dorsale" oder „erstes medianes Dorsale" gebraucht. Ob es mit Rücksicht auf die Entwicklungsgeschichte wirklich zulässig ist, diese Platten mit den primären Interradialplatten und der Centralplatte in dieselbe Gruppe von Skelettheilen zusammenzufassen, wird sich besser erst im Kapitel Ontogenie erörtern lassen. **Sladen** und **Perrier** gehen noch weiter, indem sie auch noch diejenigen Platten, die wir gleich nachher als erste der secundären Radialplatten des Scheibenrückens werden kennen lernen, unter dem Namen „Infrabasalia" oder „Unterbasalplatten" in dieselbe Gruppe rechnen. Sie vergleichen diese ganze Gruppe, die also nach ihrer Meinung aus einem Centrale, *n* primären Interradialplatten, *n* primären Radialplatten und dazu *n* Unterbasalplatten zusammengesetzt ist, mit den Bestandtheilen des Crinoideenkelches; **Perrier** nennt die ganze Gruppe deshalb geradezu „Kelchplatten" (Calicinalia), während **Sladen** die Bezeichnung „Apicalia" oder „primäre Scheitelplatten" vorzieht.

Beim jungen Thiere liegen die Primärplatten des Scheibenrückens nahe beisammen oder grenzen unmittelbar aneinander; dabei liegen die primären Radialia stets etwas weiter von der Centralplatte entfernt als die primären Interradialia. Bei den erwachsenen Thieren aber rücken die primären Platten des Scheibenrückens mehr oder weniger weit auseinander, indem sich secundäre Platten zwischen sie eindrängen. Meistens unterscheiden sie sich alsdann in Grösse und Form gar nicht oder fast gar nicht mehr von den übrigen, sie umgebenden Platten des Scheibenrückens. Seltener lassen sie sich aber auch noch an den erwachsenen Thieren erkennen (II, 2), wenn entweder keine, z. B. bei *Cnemidaster wyvillei* Slad., oder nur wenige Platten sich zwischen sie gedrängt haben, wie es z. B. bei

vielen anderen Zoroasteriden, bei *Neomorphaster talismani* Perr., *Korethraster setosus* Perr. und verschiedenen *Marginaster*-Arten der Fall ist, oder wenn die zwischengeschobenen Platten kleiner bleiben als die primären, wie sich das z. B. bei einzelnen Asteriniden und Pentacerotiden beobachten lässt, namentlich aber bei vielen Pentagonasteriden vorfindet, z. B. bei *Paragonaster strictus* Perr., *Phaneraster semilunatus* Linck (= *Astrogonium cuspidatum* M. und Tr.), bei verschiedenen *Dorigona*-, *Pentagonaster*- und *Stellaster*-Arten.

d. Die secundären Radialplatten der Arme und der Scheibe (*Rb* und *Rd* in Fig. 3). Mit dem Heranwachsen des jungen Thieres füllt sich der durch das Längenwachsthum der Arme immer grösser werdende Abstand zwischen der primären Radialplatte der Scheibe und dem die Armspitze einnehmenden Terminale mit einer der Medianlinie des Armrückens folgenden Reihe von Skeletstücken, die man als die secundären Radialplatten des Armes oder Radialia brachialia bezeichnen kann. Mitunter tritt diese Plattenreihe in Gestalt eines Längskieles hervor; Perrier nennt die Platten deshalb „Carinalia" (= Kielplatten). Bei Fewkes (132) heissen sie zusammen mit den primären Radialplatten „mediane Dorsalplatten". Sladen (503) beschreibt sie als „medioradiale Reihe der Abactinalplatten". Die früheren Autoren unterschieden sie nicht von den Dorsolateralplatten; so z. B. fasst Gaudry (156) sie mit diesen in der Bezeichnung „Tergalia" (= Rückenplatten) zusammen.

Ihre Altersfolge ist dieselbe wie die der ambulacralen Skeletstücke und der unteren und oberen Randplatten; die jüngste liegt also dem Terminale, die älteste der primären Radialplatte zunächst. Dementsprechend werden sie von der primären Radialplatte an gezählt (z. B. Rb_1, Rb_{14} in Fig. 3). Beim erwachsenen Thiere sind sie zwar manchmal, z. B. bei vielen Archasteriden, Porcellanasteriden, Asteriiden, Solasteriden und Echinasteriden, nicht mehr von den übrigen Skeletstücken des Armrückens zu unterscheiden. Doch gibt es zahlreiche Arten, bei denen sie zeitlebens als eine durch Grösse und Form oder durch besondere Bestachelung oder wenigstens durch ihre regelmässige Anordnung ausgezeichnete Skeletreihe leicht zu erkennen sind; dahin gehören besonders viele *Valvata*, namentlich zahlreiche Pentagonasteriden (z. B. *Astrogonium*-, *Paragonaster*-, *Dorigona*-, *Pentagonaster*-, *Phaneraster*-, *Calliaster*- und *Stellaster*-Arten), aber auch Gymnasteriiden, Antheneiden und Linckiiden (z. B. *Ophidiaster* und *Narcissia*), ferner aus der Ordnung der *Forcipulata* die Zoroasteriden: *Cnemidaster, Pholidaster* und *Zoroaster,* die Stichasteriden *Neomorphaster* und *Stichaster* und viele Asteriiden.

Ebenso wie sich distal von den primären Radialplatten eine Reihe von secundären Radialplatten in die dorsale Medianlinie des Antimers einlagert, so kann sich auch an der proximalen Seite der primären Radialplatten ein Zug von radial geordneten Platten zwischen die primäre Radialplatte und das Centrale einschieben. Wir nennen sie die secundären Radialplatten des Scheibenrückens (*Rd* in Fig. 3) oder auch Radialia

discinalia. Beim jungen Thiere pflegen sie deutlich ausgebildet zu sein; beim erwachsenen jedoch lassen sie sich nur noch selten unterscheiden und sind auch dann verhältnissmässig klein und unansehnlich, z. B. bei *Zoroaster fulgens* Wyv. Thoms., *tenuis* Slad., *Pholidaster squamatus* Slad., *Phaneraster semilunatus* Linck, *Gymnasteria carinifera* Lam. Nach Fewkes (132) folgen sie ihrem Alter nach so aufeinander, dass die älteste dem primären Radiale, die jüngste dem Centrale zunächst liegt. Sie werden demnach von der primären Radialplatte an gezählt (Rd_1, Rd_2, Rd_3 in Fig. 3). Die Wachsthumsrichtung der secundären Radialplatten geht also in der Scheibe wie im Arme von der primären Radialplatte aus, ist aber in der Scheibe eine umgekehrte (nämlich centripetale) wie im Arme (wo sie eine centrifugale ist). Die erste der secundären Radialplatten der Scheibe (Rd_1 in Fig. 3) haben Sladen (502, 503) und Perrier in einem wohl kaum haltbaren Vergleiche mit den Kelchplatten der Crinoideen als „Infrabasalia" (= Unterbasalplatten) bezeichnet.

e. Die Dorsolateralplatten (*dl* in Fig. 3) entsprechen im Grossen und Ganzen den Ventrolateralplatten des interambulacralen Skeletes (S. 532). Ihren Namen erhielten sie durch Fewkes (132) und Perrier; Gaudry (156) verstand dagegen unter derselben Bezeichnung die oberen Randplatten. Sie füllen rechts und links von den secundären Radialplatten das bis zu den oberen Randplatten reichende Seitenfeld des Armrückens aus; auf der Scheibe gehen diese Felder in das Scheitelfeld über, das sich nur künstlich durch Linien begrenzen lässt, welche die primären Interradialplatten mit den primären Radialplatten verbinden. Sind die Randplatten nicht deutlich entwickelt, so gehen die Dorsolateralplatten an den Seiten der Arme allmählich in die Ventrolateralplatten über. Aehnlich wie die Ventrolateralplatten können sich auch die Dorsolateralen zu queren Reihen ordnen, die von Perrier als dorsale Bogen bezeichnet werden. Zugleich sind dann die Dorsolateralstücke so geordnet, dass sie Längsreihen bilden, die parallel mit der Reihe der secundären Radialplatten verlaufen. In Zahl und Anordnung sind die dorsalen Bogen weder an die oberen Randplatten noch an die secundären Radialplatten gebunden. Auch fehlt es nicht an Beispielen, dass die Dorsolateralplatten überhaupt nicht in „Bogen", sondern ganz unregelmässig gestellt sind. In ihrer Form, Grösse, Körnelung oder Bedornung u. s. w. sind die Dorsolateralplatten nicht weniger mannigfaltig als die Ventrolateralen. Sie können sich zu einem Pflasterwerk dicht aneinander schliessen oder sich dachziegelig übergreifen. In anderen Fällen berühren sie sich nur mit einzelnen Punkten ihrer Umrandung und bleiben im Uebrigen durch unverkalkte Haut oder durchtretende Kiemenbläschen von einander getrennt. Erheben sich derartige Dorsolateralplatten zu einer kurzen, auf einer basalen Verbreiterung emporragenden Säule, so werden sie zum Schafte der Paxillen (s. S. 510). Tritt diese Umwandlung der Dorsolateralplatten zu Paxillenschäften ein, so erleiden auch die übrigen Platten des antiambulacralen Skeletes mit Ausnahme der oberen Randplatten dieselbe Umgestaltung.

Das zeigt, dass überhaupt die ganze Unterscheidung der antiambulacralen Platten in dorsolaterale und in secundäre radiale etwas Gekünsteltes und Unnatürliches an sich hat. Das Gleiche geht auch aus dem Umstande hervor, dass sich wenigstens beim erwachsenen Thiere sehr häufig keinerlei Unterschiede zwischen den secundären Radialplatten und den Dorsolateralplatten auffinden lassen.

Im Bereiche des Scheitelfeldes können zwischen den Reihen der secundären Radialplatten der Scheibe ebenfalls Platten auftreten, die sich in ihrer Gestaltung von den Dorsolateralplatten des Armrückens nicht unterscheiden lassen; um keinen besonderen Namen für sie einzuführen, wollen wir sie die Dorsolateralpatten der Scheibe nennen (*dld* in Fig. 3).

f. Die supplementären Platten der Arme und der Scheibe (*s* in Fig. 3). Die Verbindung der Dorsolateralplatten zu einem netzförmigen Maschenwerk kann dadurch unterstützt werden, dass die Zwischenräume der auseinander gerückten Platten durch supplementäre Skeletstücke überbrückt werden. Perrier hat diese Stücke, die man auch Connectivplatten nennen könnte, als Reticularia = Netzstücke („pièces réticulaires") bezeichnet und sie wieder, je nachdem sie in der Längs- oder Querrichtung der Arme liegen, in longitudinale und transversale eingetheilt; sie können aber auch ganz regellos gelagert sein. In derselben Weise wie die supplementären Platten das dorsale Armskelet vervollständigen, können auch im Scheitelfelde der Scheibe ebensolche supplementären Stücke auftreten (s. Fig. 3). Perrier hat ihnen, wie mir scheint in einem gewissen Uebereifer der Namengebung, die Bezeichnung Discinalia beigelegt und sie je nach ihrer Richtung wieder als radiale und transversale unterschieden. Indessen versteht er unter seinen Discinalia zugleich auch diejenigen Skeletstücke, die ich vorhin Dorsolateralplatten der Scheibe nannte, sodass seine „Discinalia" eigentlich alle Skeletstücke des Scheibenrückens umfassen, die nicht zu seinen „Calicinalia" gehören.

g. Die Madreporenplatte (*Md* in Fig. 3) gehört functionell zum Wassergefässsystem und wird deshalb erst dort näher zu behandeln sein. An dieser Stelle soll nur ihre Lage und ihre Beziehung zu den übrigen Platten des Hauptskeletes ganz kurz erwähnt werden. Falls, wie es trotz der nicht seltenen Ausnahmen die Regel ist, nur eine einzige Madreporenplatte vorhanden ist, liegt sie stets im vorderen linken Interradius, wenn man den Seestern bei abwärts gerichtetem Munde mit dem Interradius des Afters (*JRA* in Fig. 3) nach vorn stellt (Fig. 3 und Fig. 6). Hier nimmt sie beim erwachsenen Thiere gewöhnlich eine solche Lage ein, dass sie durch die interradiale Hauptebene genau halbirt wird. Sie kommt entweder durch eine Umbildung der primären Interradialplatte des betreffenden Interradius zu Stande (*JR*, *Md* in Fig. 3) oder sie legt sich an der Aussenseite dieser Platte, zwischen ihr und den oberen Randplatten als ein selbstständiges Skeletstück an (*Md* in Fig. 3); im letzteren Falle kann sie indessen nachträglich mit der primären Interradialplatte verschmelzen (*Md'* in Fig. 3).

D. Bau und Grundform der Skeletstücke.

Wie schon Gaudry (156) bekannt war, haben die sämmtlichen Skeletstücke der Seesterne ein netzförmiges Gefüge. Die verkalkte Substanz ordnet sich nämlich in Form von verästelten und anastomosirenden Kalkstäbchen an, die bald engere, bald weitere Maschen zwischen sich lassen (II, 10). In den Maschen liegen die unverkalkt bleibenden, bindegewebigen Bildungszellen des Kalkgewebes. So verschieden auch die Form und Grösse der einzelnen Skeletstücke ist, stets wird der netzförmige Aufbau festgehalten. Um so kräftiger die Stäbe des Kalknetzes und um so enger die Maschen sind, um so fester und widerstandsfähiger ist das ganze Skeletstück. In allen Fällen aber bleiben die Maschen so klein, dass man sie nur mit Hülfe des Microscopes erkennen kann.

Verfolgt man die Entstehung der Skeletstücke, so stellt sich heraus, dass nur ausnahmsweise ein Skeletstück aus der Verschmelzung zweier, anfänglich gesonderter Stücke gebildet wird. In der Regel ist vielmehr jedes Skeletstück von Anfang an ein einheitliches Gebilde, das von seinen Nachbarn gesondert bleibt, wenn es sich auch noch so eng an dieselben anlagert. Wie bei den Holothurien tritt uns auch bei den Seesternen die erste Anlage eines jeden Skeletstückes als ein an seinem Ende zu dichotomischer Verzweigung neigendes Kalkstäbchen entgegen. Die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen (siehe Kapitel Ontogenie) haben übereinstimmend gezeigt, dass die ambulacralen und adambulacralen Skeletstücke ebenso wie die antiambulacralen diesem Gesetze folgen und dass auch die äusseren Skeletanhänge nicht davon abweichen. Die stäbchenförmige Anlage gabelt sich bald nur an einem, bald an beiden Enden und nimmt so eine Yförmige oder Xförmige Gestalt an. Durch weitere, bei ganz regelmässiger Ausbildung stets im Winkel von 120° stattfindende Vergabelung der Enden und Verschmelzung der aufeinander treffenden Gabeläste entsteht ein Maschennetz, das ursprünglich hexagonale Maschen aufweist. Doch runden sich die Maschen fast ausnahmslos mehr oder weniger ab, sodass sie einen kreisförmigen oder länglichen Umriss darbieten. Die Kalkstäbe selbst nehmen unterdessen auch durch Dickenwachsthum zu. Weiterhin bleibt es in den meisten Fällen nicht bei einer lediglich flächenhaften Ausbreitung des Kalknetzes. Es erheben sich vielmehr von den Kalkstäben des Netzes auch aufsteigende Aeste, die sich wiederum weiter in horizontaler und verticaler Richtung vergabeln und durch Anastomosen zu Maschen verbinden, die sich über dem Netzwerke der flachen Grundplatte anordnen. Indem sich dieser Vorgang wiederholt, entwickelt sich das Kalknetz nach allen Richtungen des Raumes und baut auf solche Weise das ganze Skeletstück auf.

Im Einzelnen ist die Entwicklung der Stacheln (II, 3—9) am genauesten verfolgt worden. Durch meine (307), von Semon*) bestätigten Beobachtungen an *Asterina gibbosa* (Penn.) hat sich gezeigt, dass die erste Anlage des

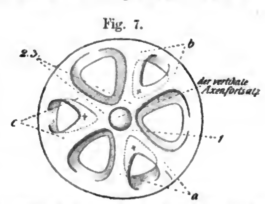
---

*) Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, VII. Bd., 1887, p. 295, 297.

Stachels durch ein winziges dreistrahliges Kalkkörperchen (II, 3) dargestellt wird, das durch Theilung seiner drei Strahlen (II, 4) sehr bald sechsstrahlig wird. Alsdann bildet jeder Strahl des kleinen sechsstrahligen Sternes an seinem freien Ende einen linken und einen rechten Fortsatz, mit dem er seinem Nachbarn entgegenwächst (II, 5). Im nächsten Stadium erreichen sich die Fortsätze, verschmelzen miteinander und bilden so aus dem sechsstrahligen Stern ein sechsspeichiges Rädchen (II, 6). Dieses sechsspeichige Rädchen ist die Basalplatte des künftigen Stachels. Damit nun aus dem sechsspeichigen Rädchen ein Stachel werde, erhebt sich zunächst aus dem Centrum desselben, und zwar auf der der Körperoberfläche zugewandten Fläche, ein kleiner dreispitziger Fortsatz, der in der Mitte seiner drei horizontal gestellten Spitzen eine vierte verticale Spitze in die Höhe treibt. Mitunter tritt dieser Fortsatz schon auf (II, 7), wenn die Basis noch nicht die Rädchen-, sondern erst die Sternform hat, meistens aber entsteht er erst nach Bildung des Rädchens. Untersucht man die Stellung der drei horizontalen Spitzen des Fortsatzes genauer, so bemerkt man, dass dieselben nicht in eine und dieselbe horizontale Ebene fallen, sondern in verschiedener Höhe liegen (II, 8). Untereinander haben die drei Spitzen gleichen Abstand, bilden also Winkel von 120° miteinander. Geht man von derjenigen Spitze aus, deren Ebene der Ebene der Basalplatte am nächsten liegt — es ist diejenige, die in der Abbildung (II, 8) direct auf den Beschauer gerichtet ist — so findet man die nächst höher gelegene Spitze links von ihr, die dritte höchstgelegene aber rechts. Man muss also die mittlere verticale Axe, von der die drei Spitzen ausstrahlen, wenn man von der untersten der drei Spitzen zur nächst höheren und von dieser zur höchsten aufsteigen will, im Sinne einer rechts gewundenen Spirale (rechts gewunden im Sinne der Mechaniker = Deltaspirale) umwandern. Im nächsten Stadium der Stachelbildung erhebt sich auf der Peripherie der der Körperoberfläche zugekehrten Seite der rädchenförmigen Basalplatte jeder Speiche entsprechend ein kurzer Fortsatz. Von diesen sechs Fortsätzen verbinden sich je zwei an ihrer Spitze miteinander, so wie auch mit dem äussersten Ende einer der drei von der verticalen Axe der Stachelanlage ausstrahlenden horizontalen Spitzen. Auf solche Weise erhalten wir dann die erste Bildung aufrecht stehender Maschen über der Basalplatte und zugleich die Anlage der drei Kanten, die wir von nun an am jungen Stachel (II, 9) wahrnehmen. Um das Gesagte verständlicher zu machen, möge die nebenstehende schematische Figur 7 dienen. Der weitere Aufbau des Stachels geschieht nun in der Weise, dass über jeder der drei horizontalen Spitzen, die jetzt mit je zwei Erhebungen des Rädchenrandes verwachsen sind, und zwar an den in der nebenstehenden Figur mit + bezeichneten Stellen, sich ein senkrecht aufsteigender Stachel erhebt. Wir haben dann im Ganzen vier senkrecht aufsteigende Stacheln: einen centralen und drei peripherische. Diese vier Stacheln bleiben aber nicht isolirt voneinander, sondern es bildet sich an dem centralen in der Richtung auf jeden peripherischen und an jedem peri-

pherischen in der Richtung auf den centralen je ein horizontaler Fortsatz. Die einander zugekehrten horizontalen Fortsätze des centralen und der peripherischen Stacheln wachsen aufeinander los, berühren sich und verwachsen schliesslich miteinander; auf diese Weise bilden sich zwischen den vier Stacheln drei senkrecht gestellte Maschen. Unterdessen sind die Stacheln weiter gewachsen und sobald sie eine gewisse Höhe erreicht haben, wird der Process der Maschenbildung wiederholt. So bauen sich schliesslich um den mittleren Axenstachel drei aus übereinander gestellten Maschen formirte und im Winkel von 120° zu einander stehende senkrechte Wände auf, deren Aussenränder dem jungen Seesternstachel seine dreikantige Form verleihen. Wir haben vorhin gesehen, dass die drei ersten horizontalen Spitzen, die an dem centralen Axenstachel auftreten, im Sinne einer rechts gewundenen Spirale angeordnet sind. Ganz das Gleiche trifft für die Maschen zu. Auch sie ordnen sich in solcher Weise um den centralen Axenstachel, dass man, um von der ältesten, der Basalplatte zunächst gelegenen Masche successive zu den nächst höheren Maschen aufzusteigen, die mittlere Axe im Sinne einer rechts gewundenen Spirale umwandern muss. Auch die drei peripheren Spitzen, in welche die Kanten des jungen Seesternstachels auslaufen, sind immer in gleichem Sinne angeordnet; immer sind sie von ungleicher Höhe, so dass ihre Spitzen nicht in eine horizontale Ebene, sondern in eine rechts gewundene Schraubenebene fallen. Die hier erörterte, von mir aufgefundene Gesetzmässigkeit in der Wachsthumsrichtung lässt sich demnach kurz so ausdrücken: der Stachel wächst in einer rechts gewundenen Spirale.

Fig. 7.



Ansicht einer jungen Stachelanlage (von aussen); *a, b, c,* die sechs Erhebungen auf dem Randtheile des Rädchens, die sich paarweise miteinander verbinden und zugleich sich verbinden mit *1, 2, 3,* den drei horizontalen Spitzen der Axe. In der Tiefe die sechs Maschen und sechs Speichen des Rädchens; +, +, +, die drei Stellen, an denen sich im nächsten Stadium ein senkrechter Stachel erhebt.

IV. Muskulatur der Körperwand.

Die Muskulatur der Körperwand zerfällt in zwei Gruppen: 1) die Muskulatur an der Innenseite der Rückenwand der Arme und der Scheibe; 2) die Muskulatur der Skelettheile.

1. Die Muskulatur der Rückenwand. Wie schon bei der Schilderung der Haut (S. 508) bemerkt wurde, ist die unmittelbar an das Peritonealepithel anstossende, nach innen von den Hohlräumen der Haut gelegene Cutisschicht durch die Einlagerung von Muskelfasern aus-

gezeichnet. Nach Hamann*) (und 212) besteht diese als Hautmuskelschlauch bezeichnete Muskellage aus einer äusseren Ringfaserschicht und einer inneren Längsfaserschicht. Bei *Asterias* lässt sich der Hautmuskelschlauch auch an den Seiten der Arme nachweisen und verschwindet ventralwärts erst in der Nähe der ambulacralen Skeletstücke.

Die Ringmuskelschicht ist überall nur schwach ausgebildet und wahrscheinlich mesenchymatösen Ursprunges. Sie entsendet zahlreiche Muskelstränge, die senkrecht zur äusseren Oberfläche des Seesternes die oben erwähnten Hohlräume der Körperwand durchsetzen und, in der äusseren Cutisschicht angelangt, sich an die dort befindlichen Skeletstücke befestigen. Ihre einzelnen Muskelfasern sind von ziemlicher Länge und besitzen einen länglich ovalen Kern, der der Muskelfaser aufliegt; an dem Skeletsstücke angekommen, löst sich jede Muskelfaser in viele Ausläufer auf, die in die Fortsätze der sternförmigen Bindegewebszellen überzugehen scheinen.

Die Längsmuskelschicht ist im Ganzen ebenfalls von geringer Mächtigkeit und nach Hamann's Behauptung, im Gegensatze zu der Ringmuskelschicht, epithelialer Herkunft. Durch Verdickungen der Längsmuskelschicht kommen aber an der Rückenseite der Arme und der Scheibe stärkere Muskelstränge (IV, 5) zur Ausbildung, die schon länger bekannt sind und früher für die alleinigen Muskeln der dorsalen Körperwand gehalten wurden. An den Armen kann man dieser dorsalen Längsmuskelstränge gewöhnlich drei unterscheiden: einen medianen und zwei seitliche. In der Scheibe fliessen diese drei Stränge unter spitzen Winkeln zu einem einzigen zusammen, der genau in der Richtung der radialen Hauptebene dem Mittelpunkte der Scheibe zustrebt und dort mit den gleichen Muskelsträngen der übrigen Antimeren zusammenstösst. In den Armen können die beiden seitlichen Stränge viel schwächer entwickelt sein als der mediane oder sogar ganz fehlen. Der Entdecker der dorsalen Längsmuskelstränge ist Konrad (261), der sie von *Asterias glacialis* O. F. Müll. beschreibt und abbildet. Später haben auch Delle Chiaje (84) bei *Ophidiaster ophidianus* und Hoffmann (232) bei *Asterias rubens* L. auf dieselben hingewiesen und ich selbst (304) habe ihre allgemeine Verbreitung durch Untersuchungen an *Culcita-*, *Echinaster-*, *Linckia-* und *Pentaceros*-Arten festgestellt.

2. Die Muskulatur der Skelettheile. Zur Bewegung der zahlreichen Skeletstücke, die sich in der Körperwand der Seesterne vorfinden, ist eine entsprechend grosse Anzahl von Muskeln vorhanden, die sich mit ihren beiden Enden an die betreffenden Skeletstücke ansetzen. Die Muskeln der äusseren Skeletanhänge (Stacheln, Dornen, Schuppen, Pedicellarien) haben wir bereits dort (S. 509 u. ff.) kennen gelernt, sodass wir hier nur die Muskeln des Hauptskeletes, insbesondere des ambulacralen Skeletes, zu betrachten haben. Joh. Müller (372) unterscheidet als solche:

*) Nachrichten von der Kgl. Gesellsch. d. Wiss zu Göttingen, 1884, p. 385.

a. Obere und untere Quermuskeln zwischen den beiden Hälften eines jeden Wirbels.

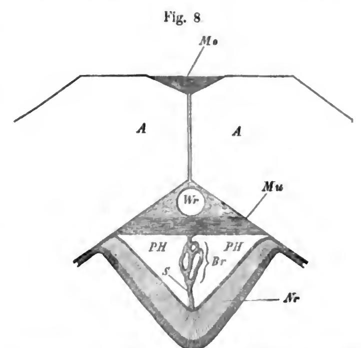
b. Muskeln, welche die Wirbel in der Längsrichtung des Armes verbinden.

c. Muskeln, welche die Adambulacralstücke in der Längsrichtung des Armes verbinden.

d. Muskeln zwischen den Adambulacralstücken und den Seitentheilen der Ambulacralstücke.

a. Jedes Ambulacralstück ist mit seinem Partner durch je einen oberen und unteren Quermuskel verbunden (Fig. 8). Diese Muskeln, auf die Konrad (261) zuerst aufmerksam machte, dienen zur Erweiterung und Verengerung der Ambulacralfurchen, indem durch Contraction des oberen Quermuskels die lateralen Enden der Fortsätze der beiden Ambulacralstücke voneinander entfernt, durch Contraction des unteren Quermuskels aber einander genähert werden. Während der obere Quermuskel den zusammenstossenden Körpern der beiden zu einem Paare gehörigen Ambulacralstücke unmittelbar aufgelagert ist, wird der untere Quermuskel durch den Radialkanal des Wassergefässsystemes davon getrennt. Stets ist der obere Quermuskel schwächer als der untere. Entsprechend seiner Entstehung aus zwei miteinander verschmolzenen Paaren von Ambulacralstücken besitzt der sog. erste Wirbel eines jeden Antimers zwei untere Quermuskeln (III, 2). Die einzelnen Muskelfasern der Quermuskeln sind von ungleicher Länge, drehrund, bei *Asterias rubens* L. nach Hamann (212) 1,4—2 μ dick, an den Enden in drei oder mehr Ausläufer getheilt; aussen liegt jeder Faser ein 4—5 μ langer, etwa 3 μ dicker Kern an.

Fig. 8



Schematischer Querschnitt durch die Ambulacralfurche eines Seesternes zwischen zwei Füsschenpaaren. *A, A* die aneinander grenzenden Körper der Ambulacralstücke; *Mo* der obere, *Mu* der untere Quermuskel; *Wr* der Radialkanal des Wassergefässsystemes; *Br* das radiale Blutgefässgeflecht; *PH* der radiale Peribämalkanal (= Hyponeuralkanal); *S* das verticale Septum desselben; *Nr* der Radialnerv (genau: die innere Faserschicht des Epithels, in welche die in der Figur nicht angedeuteten Längsfasern des Radialnerven eingeschaltet sind).

b. Längsmuskeln zwischen den Ambulacralstücken finde ich nur bei Joh. Müller erwähnt, der ihre Kleinheit hervorhebt. Mir scheint, dass Joh. Müller damit die kurzen Muskelchen meint, die man zwischen

den lateralen Abschnitten der Fortsätze der aufeinander folgenden Ambulacralstücke antrifft (s. S. 525).

c. und d. Zu den zwischen den Adambulacralstücken angebrachten Muskeln ist weiter nichts zu bemerken.

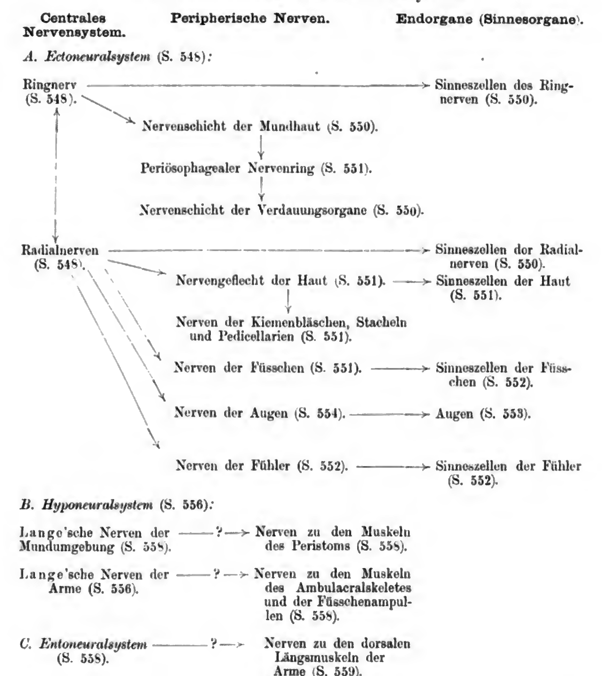
Am Peristom kommt zu den vorstehend erwähnten Muskeln des Ambulacralskeletes noch in jedem Interradius ein besonderer, kräftiger Quermuskel, der sich zwischen den beiden ersten Wirbelfortsätzen zweier benachbarter Arme ausspannt und als interradiärer Quermuskel (III, 3) bezeichnet werden kann. Seine Lage ist in der schematischen Figur 5 (S. 530) durch einige feine parallele Querlinien angegeben. Ferner sind die beiden zu einer Mundecke zusammentretenden ersten Adambulacralstücke (= Mundeckstücke) an ihrem suturalen Rande ebenfalls durch einen kurzen, queren Muskel miteinander verbunden. Viguier (559) hat der Muskulatur des Peristoms eine besondere Betrachtung gewidmet. Seine Ansicht, dass dieselbe ohne jede Beziehung zu derjenigen des Armskeletes sei und etwas ganz Besonderes darstelle, das vor ihm noch kein Forscher berücksichtigt habe, ist von mir (303) berichtigt worden. Sein „muscle abducteur des dents“ ist der zwischen den ersten Ambulacralstücken eines jeden Antimers ausgespannte erste untere Quermuskel. Sein „muscle adducteur des dents“ ist identisch mit dem Quermuskel, der die beiden ersten Ambulacralstücke benachbarter Antimeren miteinander verbindet. Endlich ist sein „muscle interdentaire“ derselbe kurze Muskel, der, wie vorhin bemerkt, sich zwischen den beiden Mundeckstücken einer jeden Mundecke befindet.

V. Nervensystem.

Das ganze Nervensystem der Seesterne zerfällt, wenn wir den neuesten Angaben zunächst einmal vollen Glauben schenken, in drei, angeblich voneinander ganz unabhängige Systeme, von denen das am längsten und besten bekannte im Grunde des Ectoderms zwischen den basalen Fortsätzen des Epithels seine Lage einnimmt. Es wird manchmal als subepitheliales Nervensystem bezeichnet. Da es aber strenggenommen nicht unter, sondern in dem Epithel liegt, so wäre die Bezeichnung intraepitheliales Nervensystem gewiss zutreffender. Noch kürzer können wir es das ectodermale Nervensystem oder Ectoneuralsystem nennen. Ein zweites, angeblich nervöses System von Fasern und Zellen entwickelt sich an der Wand der Hyponeuralkanäle; ich nenne es deshalb das Hyponeuralsystem. Ein drittes System kommt im dorsalen Bereiche des Peritonealepithels zur Ausbildung und kann aus diesem Grunde als peritoneales Nervensystem oder, da das Peritonealepithel vom Entoderm abstammt, als entodermales Nervensystem oder kurz Entoneuralsystem bezeichnet werden. Auch das Hypo- und Entoneuralsystem sind in ihren centralen Theilen in ähnlicher Weise in die Tiefe einer epithelialen Zellenschicht eingelagert wie das von dem gesammten Ectoneuralsystem

gilt, sodass wir das ganze Nervensystem der Seesterne überhaupt als ein epitheliales bezeichnen können.

Uebersicht über das Nervensystem.



B. Hyponeuralsystem (S. 556):

Lange'sche Nerven der Mundumgebung (S. 558). ——?——> Nerven zu den Muskeln des Peristoms (S. 558).

Lange'sche Nerven der Arme (S. 556). ——?——> Nerven zu den Muskeln des Ambulacralskeletes und der Füsschenampullen (S. 558).

C. Entoneuralsystem (S. 558). ——?——> Nerven zu den dorsalen Längsmuskeln der Arme (S. 559).

Als centrale Bestandtheile des Ectoneuralsystemes unterscheiden wir einen den Mund umkreisenden Ringnerv und die von diesem ausstrahlenden Radialnerven, von denen ein jeder der ventralen Medianlinie eines Armes folgt. Ringnerv und Radialnerven stehen mit Sinneszellen in Verbindung. Der Ringnerv gibt peripherische Nerven zur Mundhaut und zu den Verdauungsorganen ab. Die Radialnerven entsenden Nerven zur Haut, zu den Kiemenbläschen, Stacheln und Pedicellarien und zu den Füsschen und endigen distal in der Nerven-

schicht des Fühlers, nachdem sie an der Fühlerbasis die dort befindlichen Augen versorgt haben; in allen diesen Bezirken treten als Endorgane der Nerven Sinneszellen auf. Als centrale Theile des Hyponeuralsystemes kann man die von Lange zuerst näher beschriebenen Zellenwülste der Hyponeuralkanäle betrachten, von denen, wie wenigstens als wahrscheinlich hingestellt wird, die Muskelnerven der ventralen Körperseite entspringen, während das Entoneuralsystem die Muskelnerven der Dorsalseite abgeben soll.

In der folgenden Tabelle ist eine Uebersicht der verschiedenen Theile des Nervensystemes zu geben versucht; in Klammern ist überall auf die Stellen des Textes hingewiesen, wo die näheren Angaben zu finden sind.

A. Das Ectoneuralsystem.

1. Centrales Ectoneuralsystem.

a. Lage und Form. Der Ringnerv (III, 2, 3) verläuft im Umkreis des Mundes als ein über die Oberfläche der Mundhaut vorspringender ringförmiger, meistens gelber Wulst nahe an der adoralen Seite des Peristoms und ist bei mittelgrossen und grossen Seesternen leicht schon mit dem blossen Auge zu sehen. Adoral von jedem ersten Wirbel geht von ihm ein ganz ähnlich aussehender Radialnerv (III, 2) ab, der genau in der ventralen Medianebene des Armes bis zu dessen äusserster Spitze verläuft und, wenn man den Seestern von unten betrachtet, in der Tiefe der Ambulacralfurche als ein bald mehr abgeflachtes Band, bald als eine kantige Längsleiste (Fig. 8, S. 545) erscheint (II, 14; III, 1). Die Verbindungsstellen der Radialnerven mit dem Ringnerv sind häufig, namentlich bei fünfarmigen Arten, etwas winkelig vorgezogen, sodass der ganze Ringnerv dadurch eine annähernd pentagonale, bez. polygonale, Form erhält. Als Unterlage dient dem Ringnerven wie den Radialnerven eine dünne Bindegewebsplatte, auf welche weiter nach innen die pseudohämalen und hämalen Räume und noch weiter nach innen Ringkanal und Radialkanäle des Wassergefässsystemes folgen.

b. Zur Geschichte des Ringnerven und der Radialnerven. Nachdem Spix (512) in völligem Irrthume über den wirklichen Sachverhalt eine Anzahl bindegewebiger Befestigungsstränge des Darmsystems für die damals noch gänzlich unbekannten Nerven der Seesterne ausgegeben hatte, rückte Tiedemann (544, 545) der Wahrheit wenigstens näher, als er im Umkreise des Mundes und im Grunde der Armfurchen bei *Astropecten aurantiacus* (L.) ein „orangefarbenes Gefäss" beschrieb, welches einen „weissen Faden" bedecke. Den weissen Faden hielt er für das Nervensystem, während er über die Bedeutung des orangefarbenen Gefässes im Unklaren blieb. Erst Joh. Müller (371) gelangte zu der richtigen Erkenntniss, dass die oberflächliche Wand des „orangefarbenen Gefässes" das Nervensystem darstellt. Wie dann die späteren Forscher übereinstimmend gefunden haben, ist dagegen das Lumen des orange-

farbenen Gefässes ein nach innen vom Nervensystem gelegener Raum, dem ich (299) die Bezeichnung Perihämalraum beilegte, den man aber auch ebensowohl als Pseudohämalraum oder Hyponeuralraum bezeichnen kann. Tiedemann's Nerven hingegen werden durch ein Längsseptum dieses Raumes dargestellt, auf das wir bei Besprechung des Blutgefässsystemes und der Leibeshöhle näher zurückkommen werden. Joh. Müller (372) wollte die eigentlichen Centren des Nervensystemes nur in den Radialnerven erkennen, die er deshalb Ambulacralgehirne nannte; den Nervenring betrachtete er lediglich als eine secundäre Commissur derselben. Indessen hat sich durch die späteren Forschungen weder anatomisch noch entwicklungsgeschichtlich irgend ein Grund ausfindig machen lassen, der dieser Auffassung zur Stütze dienen könnte. Im Gegentheile, es entwickelt sich der Ringnerv noch vor dem Radialnerven, sodass man eher die letzteren als die secundären Bestandtheile ansehen dürfte. Das genauere Studium des centralen Nervensystems wurde erst 20 Jahre nach Joh. Müller's Entdeckung gleichzeitig durch Owsjannikow (394) und Greeff (181, 182, 184) aufgenommen*) und durch Hoffmann (232), Lange (276) und Teuscher (536) weitergeführt. Nachdem ich dann auch selbst (299) Einiges zur Klärung unserer Kenntnisse glaube beigetragen zu haben, wandte sich die Forschung zuletzt durch Hamann (211, 212) und Cuénot (93) vorwiegend den histologischen Detailfragen zu.

c. Histologie des Ringnerven und der Radialnerven. In ihrem feineren Baue stimmen Ringnerv und Radialnerven völlig überein**). Von aussen nach innen bestehen sie aus einer Zellenschicht und einer darunter gelegenen Faserschicht (III, 1, 2, 3). Die Zellenschicht ist ein umgebildeter Theil des allgemeinen Körperepithels. Die Faserschicht setzt sich aus aufrechten und längslaufenden Fasern zusammen.

Die Zellenschicht ist ziemlich dick, z. B. bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. 35 μ. Oberflächlich ist sie von einer bis 4 μ dicken, festen, homogenen, glashellen Cuticula überkleidet, die nach Cuénot aus einzelnen Stückchen besteht, welche, wie im übrigen Körpertheil, den darunter gelegenen Zellen entsprechen. Ueberragt wird die Cuticula von ziemlich kurzen, nicht sehr lebhaften Wimpern, die so vertheilt sind, dass in der Regel eine, seltener (nach Cuénot) zwei auf eine darunter befindliche Epithelzelle kommen. Die Zellen selbst sind langgestreckt, schmal, nach innen verjüngt und mit ihrer Längsaxe senkrecht zur Oberfläche gestellt. Ihre länglichen oder rundlichen, mit deutlichem Kernkörperchen ausgestatteten Kerne liegen in ungleicher Höhe. Das Zell-

*) Vorher hat allerdings schon Wilson (575) sich in dieser Richtung bemüht, aber mit so kläglichen Ergebnissen, dass es sich nicht verlohnt auf all das Fehlerhafte seiner Darstellung einzugehen. Wir können seine Arbeit, soweit sie sich auf den Ringnerven bezieht, im Folgenden ganz ausser Acht lassen.

**) Die einzige entgegengesetzte Behauptung von Jickeli (250) wird durch die von ihm angeführte Beobachtung nicht bewiesen.

plasma ist häufig mit gelblichen Pigmentkörnchen erfüllt, die es veranlasst haben, dass Tiedemann die Nervenbänder als „orangefarbene" Gefässe beschrieb. Das innere Ende der Zellen verdünnt sich zu einem fadenförmigen Fortsatz, der in die Faserschicht eindringt, dieselbe ihrer ganzen Dicke nach durchsetzt und schliesslich auf der Bindegewebsschicht endigt, die dem ganzen Nerven als Unterlage dient. Diese Fortsätze der Zellen stellen in der Faserschicht die aufrechten Fasern dar und sind an ihrem inneren Ende bald kurz gegabelt, bald zu einer kleinen Basalplatte verbreitert. Nach Hamann (211, 212), der die ebenbeschriebenen Epithelzellen als Stützzellen bezeichnet, kommen zwischen ihnen noch andere zartere, spindelförmige Zellen vor, deren innerer Fortsatz sich durch äusserste Feinheit sowie dadurch kennzeichnet, dass er die Faserschicht nicht bis zur Bindegewebslage durchdringt, sondern sich in ihr verzweigt. Hamann fasst diese zweite Zellensorte, deren Existenz übrigens von Cuénot (93, 99) entschieden in Abrede gestellt wird, als Sinneszellen auf.

Abgesehen von den aufrechten Fasern, die wir soeben als Verlängerungen der Epithelzellen kennen gelernt haben, besteht die Faserschicht aus feinsten Fibrillen, welche in parallelem Verlaufe und dichter Aneinanderlagerung der Längsrichtung des ganzen Nerven folgen und auf Querschnitten durch denselben als ungemein feine Pünktchen erscheinen*). Nach Cuénot sollen die Fibrillen durch Anastomosen miteinander in Verbindung stehen. Sie werden von allen Untersuchern übereinstimmend als Nervenfibrillen gedeutet. Man kann deshalb die Faserschicht auch als Nervenfaserschicht bezeichnen. Zwischen den Nervenfasern trifft man zerstreut und in unregelmässiger Anordnung kleine, etwa 6 μ grosse, meist spindelförmige, bipolare Ganglienzellen mit rundem oder ovalem Kerne, der mit einem Kernkörperchen versehen ist und nur von einer geringen Menge von Zellsubstanz umhüllt wird. Die Fortsätze der Ganglienzellen werden zu Längsfibrillen, sodass also die Zellen eigentlich nicht zwischen den Fibrillen liegen, sondern in deren Verlauf eingeschaltet sind. Die ganze Nervenfaserschicht ist meistens etwa dreimal so mächtig, wie die darüber gelegene Zellenschicht; so beträgt z. B. bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. ihre Dicke 105 μ.

2. Peripherisches Ectoneuralsystem und Sinnesorgane.

a. Nerven der Verdauungsorgane. Die den Darm versorgenden Nerven entspringen nach ihrem Entdecker Hamann**) (und 212) vom Ringnerven. Derselbe entsendet Nervenzüge in das Epithel der Mund-

*) Jickeli (250) gibt ohne nähere Erläuterung an, dass „bei manchen Formen, wie *Stichaster roseus*" sich „durch den ganzen Ambulacralnerven" eine „Scheidung einer ventralen und dorsalen Masse" erkennen lässt. Was damit gemeint ist, bedarf weiterer Untersuchung.

**) O. Hamann, Zur Histologie der Asteriden. Nachrichten von der Kgl. Gesellschaft d. Wissensch. zu Göttingen, 1884, p. 386.

haut, die sich am Rande der Mundöffnung zu einem periösophagealen Nervenringe sammeln, der seinerseits wieder Nervenzüge abgiebt, die im Epithel des Oesophagus und des Magens in reichlicher Menge verlaufen. Alle diese Nerven verhalten sich in ihrem Baue und in ihrer Beziehung zum Epithel ebenso wie der Ringnerv und die Radialnerven. Ohne Hamann's Entdeckung zu erwähnen, gab dann einige Jahre später Jickeli (250) ebenfalls an, dass er im Grunde des Darmepithels eine Nervenlage gefunden habe; wenn er aber beifügt, dass er diese Lage am stärksten am After von *Psilaster (Astropecten) andromeda* (M. Tr.) gefunden habe, so ist dazu zu bemerken, dass diese Art gar keinen After besitzt, also wohl ein Irrthum in der Bezeichnung der Art mit untergelaufen sein muss. Gleichzeitig bestätigte Cuénot (93) die Hamann'schen Angaben; es gelang ihm die allmählich immer zarter werdende Nervenschicht auch noch im Epithel der radialen und interradialen Blinddärme nachzuweisen.

b. Nerven der Haut und der äusseren Körperanhänge. Die Haut ist nach Hamann*), Jickeli und Cuénot mit einem reichen Nervenplexus ausgestattet (II, 14), der seiner Herkunft nach eine Abzweigung der Radialnerven und des Ringnerven darstellt und aus denselben Elementen besteht. Seine Faserbündel verlaufen, wie Hamann und Jickeli angeben, auf den Armen vorwiegend in der Längsrichtung des Armes, dagegen unregelmässiger auf der Scheibe. Auf den Armen sind die Längszüge durch quere Stränge zu einem Netze verbunden; namentlich sind die Buchten, welche sich zwischen den verschiedenen Erhebungen der Haut befinden, und die Berührungslinien der Skeletplatten Träger des epithelialen Nervenplexus. Von ihm gehen dann des weiteren Fibrillenbündel aus, die im Epithel der Kiemenbläschen, Stacheln und Pedicellarien verlaufen. Im ganzen Bereiche des Hautnervengeflechts kommen nach Hamann zwischen den Stützzellen des Epithels zerstreut stehende Sinneszellen vor, die sich von jenen durch feineren Bau unterscheiden; ihr Kern ist kleiner und ihr Basalfortsatz von sehr hinfälliger Beschaffenheit; der Fortsatz reicht auch nicht bis zur Basalmembran, sondern verläuft in der Nervenfaserschicht. Cuénot (99) stellt dagegen diese Sinneszellen in Abrede. — Von den Radialnerven entspringen auch die Nervenzüge, welche die Füsschen versorgen und besonders von Hamann (211, 212) und Cuénot (93, 99) näher untersucht worden sind (II, 14). Sie verlaufen im Grunde des Füsschenepithels und finden sich im ganzen Umkreise des Füsschenquerschnittes als gleichmässig vertheilte, mit Ganglienzellen untermischte Fibrillenbündel (nach Hamann) oder als eine zusammenhängende Schicht (nach Cuénot), die sich zwischen die Basalfortsätze der epithelialen Stützzellen einflicht. In ihrem Verlaufe folgen die Nervenfasern der Füsschenaxe bis zum Randbezirk der

*) Der Entdecker des Nervengeflechtes der Haut ist Hamann und nicht, wie Jickeli behauptet, Romanes und Ewart (455); die betreffenden Angaben von Romanes und Ewart beziehen sich nämlich nicht auf Seesterne, sondern auf Seeigel.

Endscheibe, woselbst sie eine quere, also ringförmige Richtung einschlagen. Von diesem ziemlich kräftigen Nervenring strahlen dann wieder feine Bündel von Nervenfasern in das Epithel der ganzen Endscheibe aus. Zwischen den epithelialen Stützzellen fand Hamann namentlich auf der Füsschenspitze (bei *Astropecten*) und auf der Endscheibe (bei *Crossaster* und *Asterias*) zahlreiche Sinneszellen, während Cuénot auch hier von besonderen Sinneszellen nichts wissen will. Die Füsschen, welche dem Fühler zunächst stehen und als Tastfüsschen (s. S. 580) functioniren, zeichnen sich durch eine stärkere Entwicklung ihrer Nervenzüge (bez. Nervenschicht) aus.

c. Sinnesorgane. Ausser den schon im Vorhergehenden erwähnten Sinneszellen des ectodermalen Nervensystemes besitzen die Seesterne noch besondere Sinnesorgane in den Fühlern und Augen.

Der das Ende der Ambulacralfurche einnehmende Fühler wurde trotz seiner engen Verbindung mit dem Augenwulste noch von Häckel (204) vollständig übersehen. Seine erste nähere Beschreibung verdanken wir Wilson (575), der ihn auch schon als Tastorgan deutet, weil er beobachtete, dass der Seestern tastende Bewegungen damit ausführt. Ohne Kenntniss der Wilson'schen Angaben beschrieb dann Greeff (181) den Fühler als ein vermeintlich noch ganz ungekanntes Organ, das in Gestalt eines lang hervorstreckbaren, cylindrischen, an der Spitze abgerundeten, oberflächlich bewimperten, innen hohlen Fortsatzes das Auge überragt. Nach Hoffmann (232), der unmittelbar nachher dem Fühler seine Aufmerksamkeit schenkte, ist nur seine untere Fläche mit Wimperhaaren überzogen, die an der Spitze und an der oberen Fläche zu fehlen scheinen. Genaueres über den Bau des Fühlers haben wir erst durch Lange (276), Hamann (211, 212) und Cuénot (93) erfahren. Aus ihren Untersuchungen geht hervor, dass der Fühler im Inneren das Ende des radialen Wassergefässes umschliesst und oberflächlich von der Endausbreitung des Radialnerven gebildet wird. Was ihn von den Ambulacralfüsschen unterscheidet, ist seine unpaare Stellung, der Mangel einer Saugscheibe an seiner abgerundeten Spitze und das Fehlen einer inneren Ampulle. Da wir bei der Schilderung des Wassergefässsystemes nochmals auf ihn zurückkommen müssen (s. S. 580), so wollen wir hier nur seinen nervösen Bestandtheil in Betracht ziehen. Derselbe bildet die Aussenschicht des Organes und zeigt histologisch dieselbe Zusammensetzung wie der damit zusammenhängende Radialnerv. Wir treffen also auch hier von aussen nach innen eine bewimperte Cuticula, eine Zellenschicht und eine aus aufrechten (= Fortsätze der Zellen der Zellenschicht) und horizontalen (= Nervenfibrillen) gebildete Faserschicht. Die Zellenschicht ist wie dort aus Stützzellen und Sinneszellen zusammengesetzt, von denen die letzteren nach Hamann besonders an der Fühlerspitze sehr zahlreich sind, während sie von Cuénot hier ebenso wie in den Radialnerven durchaus geleugnet werden. Die Nervenfibrillen der Faserschicht sollen sich nach Hamann in der Nähe der Fühlerspitze theilweise aus ihrer Längsrichtung zu queren, ringförmigen Bahnen ab-

zweigen. Die Ganglienzellen der Faserschicht sind zum Theil durch ihre Grösse von denjenigen der Radialnerven unterschieden; sie erreichen einen Durchmesser von 11 μ.

Die Augen der Seesterne erscheinen dem blossen oder nur mit der Lupe bewaffneten Auge als rothe Pigmentflecken an der Unterseite der Fühlerbasis. Durch ihre lebhafte Farbe sind sie den älteren Beobachtern nicht vollständig entgangen; so bildet Vahl sie in O. F. Müller's Zoologia danica (379) von *Pteraster militaris* (O. F. Müll.) ab. Dass sie aber doch nicht weiter beachtet wurden, erklärt sich wohl daraus, dass ihr rothes Pigment an conservirten Thieren sehr bald ausbleicht und verloren geht. Erst Ehrenberg*) deutete sie auf Grund seiner an *Asterias rubens* L. angestellten Untersuchungen als Sehorgane. Bei derselben Art entdeckte einige Jahre später Volkmann (563), dass das ganze „Auge" aus einer grösseren Anzahl von kleineren Einzelaugen zusammengesetzt ist. Derselbe Forscher versuchte auch schon in den feineren Bau der Augen einzudringen — ein Versuch, den erst geraume Zeit später Häckel (204) wieder aufnahm und weiterführte, indem er an *Astropecten aurantiacus* (L.), *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *Asterina gibbosa* (Penn.) eine eingehende Schilderung der anatomischen und histologischen Verhältnisse gab. Seinen Ergebnissen pflichtete kurz darauf Wilson (575) bei für *Crossaster papposus* (Linck), *Cribrella oculata* (Linck) und *Asterias rubens* L. Gleichzeitig wurde aber auch schon der Widerspruch laut, indem Mettenheimer**) (und 352) das Vorhandensein der von Haeckel beschriebenen Linse der Einzelaugen in Abrede stellte. Die neueren Untersucher haben Mettenheimer's Angabe durchaus bestätigt und auch in anderen Punkten die Haeckel'sche Darstellung so vielfach berichtigt und ergänzt, dass sie jetzt fast nur noch historischen Werth hat. Nachdem dann in der Zwischenzeit Jourdain (253), Greeff (181, 182) und Hoffmann (232) sich ohne besonderen Erfolg um die feinere Anatomie des Auges bemüht hatten, wandten Lange (276) und namentlich Hamann (211, 212) und Cuénot (93) die unterdessen verbesserten Methoden der modernen Untersuchungstechnik auf das histologische Studium der Augen an und benützten dazu insbesondere die Arten *Asterias rubens* L., *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *Luidia ciliaris* (Phil.). Unsere heutigen Kenntnisse der Seesternaugen lassen sich demnach in Folgendem zusammenfassen:

An der unteren (= ventralen) Seite der Fühlerbasis erhebt sich ein durch seine lebhaft rothe Farbe ausgezeichneter Wulst, der durch eine

*) C. G. Ehrenberg, Vorläufige Mittheilung einiger bisher unbekannter Structurverhältnisse bei Acalephen und Echinodermen. Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol., 1834, p. 577—580 („zur Structur der *Asterias violacea*").

**) C. Mettenheimer, Beobachtungen über niedere Seethiere, angestellt in Norderney, Herbst 1859. 1. Ueber die Augenflecken des violetten Seesterns. Abhandlungen, herausgegeben von d. Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft. III. Bd. Frankfurt a. M. 1859—1861 (1860), p. 287—292; Taf. X, Fig. 1—9.

Verdickung des Radialnerven und des daruntergelegenen Bindegewebes zu Stande kommt und als Augenwulst oder Augenbulbus oder Augenpapille bezeichnet wird. Die benachbarten Stachelchen der Adambulacralplatten und der Terminalplatte können sich schützend über den Augenwulst lagern oder sich so stellen, dass er frei zu Tage tritt. Letzteres ist besonders dann der Fall, wenn das Thier ungestört mit aufwärts gebogenen Armspitzen einherkriecht. Der bindegewebige Bestandtheil des Augenwulstes wurde von Lange irrthümlich für ein Ganglion gehalten*). Im Ganzen hat der Augenwulst je nach den Arten eine halbkugelige oder mehr oder weniger länglich gestreckte, mitunter in der Mitte etwas eingeschnürte Form. In seine äussere, aus einer Verdickung des Radialnerven bestehende Schicht sind die rothen Einzelaugen eingelagert, während er sich im Uebrigen in der Färbung nicht von dem Radialnerven unterscheidet. Das rothe Pigment der Einzelaugen hat nicht bei allen Arten denselben Ton, sondern ist bei den einen purpurroth, bei den anderen carminroth und wieder bei anderen zinnoberroth. Die Zahl der Augen, die wir auf einem Augenwulste antreffen, schwankt je nach den Arten und dem Alter des Thieres in ziemlich weiten Grenzen. Hamann und Mettenheimer geben für *Asterias rubens* L. übereinstimmend an, dass die Zahl der Einzelaugen mit dem Alter zunimmt. Bei erwachsenen Exemplaren dieser Art zählt man wohl an 100 Einzelaugen in einem Augenwulste, während jüngere nur 40—50 besitzen. Bei *Astropecten aurantiacus* (L.) wird die Zahl der Einzelaugen in einem Augenwulste auf 100 angegeben, bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. auf 150—200, bei *Asterina gibbosa* (Penn.) auf etwa 80.

Das Einzelauge (II, 11, 12) hat die Gestalt eines mit seiner Spitze nach innen gekehrten Trichters oder Kegels, dessen Länge 0,05—0,1 mm und dessen Breite an seiner nach aussen gerichteten Basis 0,025—0,04 mm beträgt. Die Axen der Augenkegel stehen im Ganzen senkrecht zur äusseren Oberfläche des Augenwulstes. Die Kegel stehen ferner ziemlich dicht nebeneinander, sodass ihr gegenseitiger Abstand der Länge ihres ganzen oder halben Basaldurchmessers gleichkommt. Die Cuticula des Radialnerven geht nach Haeckel, Greeff, Hoffmann, Lange, Teuscher, Hamann, Vogt und Yung (562) und Watase (569) glatt und geschlossen über den ganzen Augenbulbus hinweg (II, 11), ohne dass sie sich über den Einzelaugen verdickt und vorwölbt, und behält überall ihre glashelle, durchsichtige Beschaffenheit bei. Nur Cuénot, dem sich neuerdings Lang**) anschliesst, behauptet, dass sie sich in jedes Einzelauge (II, 12) trichterförmig einsenke und so dessen innere Auskleidung bilde. Da diese beiden, sich widersprechenden Behauptungen mit aller Bestimmtheit von ihren Urhebern vertreten werden, so wird es eine Sache zukünftiger Untersuchungen sein, hier die nöthige sichere Aufklärung zu bringen. Ohne

*) Auch Jourdain spricht von einem „besonderen Ganglion, das im Centrum der Augenpapille liege, und meint damit wahrscheinlich dasselbe Gebilde wie Lange.

**) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere, Jena 1894, p. 1059.

durch ein von Haeckel behauptetes kleinzelliges Pflasterepithel davon geschieden zu sein, grenzt das Einzelauge nach der Darstellung der meisten Forscher unmittelbar an die Innenseite der Cuticula. Der Trichter oder Kegel des Einzelauges besteht aus einer zelligen Wand und aus einem inneren Hohlraume. In der Mündung des Trichters (= Basis des Kegels) beschrieb Haeckel eine rundliche, glashelle, structurlose, 14—25 μ mm grosse Linse, die aber ebensowenig wie von Mettenheimer von irgend einem anderen späteren Forscher wieder gefunden worden ist. Statt dessen lässt Mettenheimer das ganze Innere des Einzelauges lediglich von einem hellen Kerne eingenommen sein, den er aus „runden, wasserklaren Zellen und aus Myelintropfen" bestehen lässt, während Jourdain, Greeff, Hoffmann, Hamann, Vogt und Yung und Watase den Inhalt des inneren Hohlraumes als eine wasserhelle, gallertige Substanz beschreiben, der Greeff den wenig passenden Namen Krystallkegel beilegt. Nach Greeff und Hoffmann soll diese Substanz aus kleinen, kernhaltigen Körperchen zusammengesetzt sein, die schichtenweise übereinanderliegen, während die neueren Beobachter von einer solchen Zusammensetzung der Innensubstanz nichts wissen. Da nach Cuénot's Schilderung das Innere des Einzelauges direckt nach aussen geöffnet ist und er einen besonderen lichtbrechenden Körper als Ausfüllung des Inneren leugnet, so muss man annehmen, dass nach seiner Meinung das Innere von aussen her mit Seewasser gefüllt wird.

Die Wand des Augenkegels ist von pigmentirten Zellen gebildet, die in ihrer Gesammtheit eine Einstülpung der epithelialen Zellschicht des Radialnerven darstellen. Schon Haeckel, Wilson und Mettenheimer haben diese Zellen gesehen; aber über ihre wirkliche Form und Anordnung sind wir erst durch Hoffmann und Lange und weiterhin durch Hamann und Cuénot genauer aufgeklärt worden. Die Zellen haben die gestreckte Gestalt der übrigen Epithelzellen des ambulacralen Nervensystemes, biegen aber mit ihren äusseren Enden so um, dass diese Enden nach der Axe des Kegels gestellt sind; nur die an der Kegelspitze befindlichen Pigmentzellen behalten ihren geraden Verlauf, der parallel zu jener Axe gerichtet ist. Jede Pigmentzelle (II, 13) umschliesst eine grosse Menge rother, stark lichtbrechender Körnchen und Tröpfchen, sowie einen basal gelegenen ovalen Kern mit Kernkörperchen. An ihrem inneren Ende setzt sich jede Pigmentzelle, wie schon Mettenheimer bemerkte, in eine feine Fibrille fort, die nach Hamann und Watase in die Nervenschicht des Radialnerven eintritt, dagegen nach Cuénot bis zur Bindegewebslage reicht. Nach Hamann und Watase sind demnach die Pigmentzellen Sinneszellen, während sie nach Cuénot in die Kategorie der epithelialen Stützzellen gehören würden. Hamann gibt übrigens an, dass zwischen den Pigmentzellen auch gewöhnliche Stützzellen vorkommen, deren Fortsätze also das von Cuénot für die sämmtlichen Wandzellen des Augenkegels behauptete Verhalten zeigen. An ihrem äusseren Ende trägt jede Pigmentzelle nach Cuénot und Lang eine

kleine, helle, cuticulare Deckplatte; die Gesammtheit dieser Plättchen stellt nach ihnen die feste Innenwand des Augenkegels dar. Für diejenigen Forscher, die im Gegensatze zu Cuénot die Cuticula geschlossen über die Einzelaugen hinweggehen lassen, ist eine solche Deutung der peripherischen Enden der Pigmentzellen natürlich nicht ohne weiteres möglich. Lange und ebenso Hamann und Watase beschreiben deshalb den kleinen, hellen Aufsatz, den auch sie auf dem äusseren Ende der Pigmentzellen wahrgenommen haben, als „Stäbchen": Hamann gibt dazu an, dass er eine wässerige Consistenz habe. Wieder anders schildern Vogt und Yung die Sachlage. Sie sehen den hellen Aufsatz (Cuénot's Cuticularplättchen) als ein Stück des Zellleibes selbst an und behaupten, dass derselbe noch überragt sei von einer sehr feinen steifen Borste, die in die gallertige Flüssigkeit des Inneren tauche. Andere Forscher haben diese Borste bis jetzt nicht bemerken können.

Was nun die Deutung der einzelnen Bestandtheile der Augenkegel angeht, so wird man Haeckel darin beistimmen, dass die Cuticula durch ihre Durchsichtigkeit wie eine Cornea functionirt. In der hellen Substanz des Inneren wird man einen zweiten Bestandtheil (Glaskörper) des lichtdurchlässigen und lichtbrechenden Apparates erkennen müssen, während die Pigmentzellen wohl die Bedeutung von Sehzellen besitzen.

B. Das Hyponeuralsystem (tiefliegendes ambulacrales Nervensystem) (Lange'sche Nerven).

Bei seiner Untersuchung des Ectoneuralsystemes konnte Lange (276) die seither von allen späteren Forschern constatirten Ganglienzellen der Faserschicht nicht wahrnehmen und stellte deshalb die nervöse Natur dieser Schicht überhaupt in Abrede. Dafür sprach er als Nerven andere Gebilde an, die sich an der Innenseite der Bindegewebsplatte befinden, welche auf ihrer Aussenseite den Radialnerven trägt. Es verdickt sich nämlich, besonders bei *Asterias rubens* L., wie ich bestätigen konnte, das Epithel, das als Auskleidung des radialen Pseudohämalkanal (= Hyponeuralkanales) der Innenseite der erwähnten Bindegewebsplatte anliegt, rechts und links von der Medianebene des Antimers zu einem breiten, etwas gewölbten, in das Lumen des Pseudohämalkanales (III, 1) vorspringenden Zellenwulste (= Lange's Zellenplatte). Diese beiden Wülste sind es nun, die Lange als die wahren Nerven des Seesternarmes deutet. Die Zellen besitzen nach seiner Ansicht faserige, zu einer besonderen Schicht vereinigte Fortsätze, die er für Nervenfasern hält. Ich (299) habe mich vergeblich bemüht mich von der Anwesenheit einer derartigen Faserlage zu überzeugen. Was ich von faserigen Elementen an jenen Stellen auffand, erwies sich mir bei genauerer Untersuchung stets als ein Bestandtheil der Bindegewebslage. Die Zellenwülste kommen auch nicht bei allen Seesternen vor; ich vermisste sie z. B. bei *Echinaster purpureus* (Gray) und *Luidia maculata* M.Tr. Ferner fällt gegen die Lange'sche

Deutung der Zellenwülste, in denen ich nichts anderes als locale Verdickungen des Epithels des Pseudohämalkanales zu erkennen vermochte, ins Gewicht, dass sie durch die Quersepten des Pseudohämalkanales zwischen je zwei Wirbeln eine Unterbrechung erfahren. Ohne diese Gründe, die mir die Annahme der Lange'schen Auffassung unmöglich machten, gänzlich zu entkräften, haben sich Perrier (414, 418), Jickeli (250) und neuerdings auch Hamann (214) und Cuénot (99) zu der Ansicht bekannt, dass jene Zellenwülste, die auch am Nervenringe, jedoch hier nur im Bereiche der Interradien (III, 3) vorhanden sind, wirklich nervös seien. Cuénot bezeichnet sie in ihrer Gesammtheit als tiefliegendes Nervensystem („système nerveux profond"). Jickeli nennt sie nach ihrem ersten Beschreiber die Lange'schen Nerven und behauptet, dass sie aus grossen Ganglienzellen bestehen, deren Ausläufer sich zu einer Faserlage verweben, in welche ebenfalls einzelne Ganglienzellen eingebettet sind; überlagert sei der Nerv von dem zarten Plattenepithel, welches den ganzen Pseudohämalkanal auskleidet. Cuénot hatte sich anfänglich (93) ebenso wie ich und Hamann (211, 212) völlig ablehnend gegen die nervöse Natur der Lange'schen Nerven ausgesprochen. Später aber hat sich zunächst Hamann (214) und dann auch Cuénot (99) der gegentheiligen Ansicht angeschlossen. Cuénot behauptet nunmehr, dass es sich hier thatsächlich um eine dünne Schicht echter Nervenfasern und Ganglienzellen handle, die er im Einzelnen zwar ein wenig anders als Jickeli, aber im Ganzen doch mit ihm übereinstimmend beschreibt. Der rechte und linke Lange'sche Nerv eines jeden Armes sollen nach Cuénot keinerlei Verbindung mit einander haben. Ihre Ganglienzellen seien Umbildungen des mesodermalen Epithels des Pseudohämalkanales, welche Fortsätze in die darunter gelegene feine Faserlage entsenden. Auch Perrier hat solche Fortsätze der Zellen des Lange'schen Nerven beschrieben. Während aber Lange, Jickeli und Cuénot den ectodermalen und den Lange'schen Nerv durch eine dünne, bindegewebige Lamelle völlig voneinander getrennt sein lassen, behauptet Perrier nach Untersuchungen an jungen, für diesen Zweck nur sehr mangelhaft conservirten Exemplaren von *Asterias spirabilis* Bell, dass jene Bindegewebslamelle überhaupt nicht vorhanden sei und dass die Fortsätze der Zellen des Lange'schen Nerven statt an jener Lamelle zu endigen sich in Zusammenhang setzen mit den aufrechten Fasern des ectodermalen Nerven. Darin aber stimmen Jickeli, Cuénot und Perrier überein, dass der Lange'sche Nerv nicht nur aus Zellen, wie ich glaubte gefunden zu haben, sondern auch aus einer feinen, von den Zellen bedeckten Faserschicht besteht. Perrier ist sogar geneigt, diese Fasern allein für wirkliche Nervenfasern gelten zu lassen und dafür die Längsfibrillen des ectodermalen Radialnerven für Bindegewebe zu erklären. Bei diesem Stande unserer augenblicklichen Kenntniss des „Lange'schen Nerven" scheint es mir einstweilen noch nicht möglich zu einem abschliessenden Urtheile über seine eigentliche Natur zu gelangen. Noch verwickelter

und zweifelreicher wird die Sachlage, wenn man das Verhalten der „Lange'schen Nerven“ am Nervenringe und die von den Lange'schen Nerven angeblich abgehenden Nervenäste in Betracht zieht. Ich beschränke mich über die darüber vorliegenden Angaben kurz zu berichten.

Dass Zellenwülste, die den radialgelegenen Lange'schen Nerven in Bau und Lage entsprechen, auch in den interradialen Bezirken der Mundumgebung vorkommen und sich zum Ringnerven ebenso verhalten wie jene zu den radialen Ambulacralnerven, habe ich bereits erwähnt. Cuénot hat vergeblich (99) versucht den Nachweis zu erbringen, dass diese Zellenwülste auch in den radialen Bezirken der Mundumgebung vorhanden sind und sonach einen zusammenhängenden Ring darstellen. Bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. soll sogar noch ein zweites System derartiger Zellenwülste den Mund umkreisen, welches Zweige an die Muskulatur des Oesophagus entsende; indessen erweckt seine darauf bezügliche Abbildung den Zweifel, ob es sich dabei nicht etwa um eine Abzweigung vom ectodermalen Ringnerven oder gar um einen Bindegewebszug handelt. Von den Lange'schen Zellenwülsten der Mundumgebung gehen nach Cuénot Zweige ab, von denen er es für „wahrscheinlich“ hält, dass sie die interradialen Muskeln des Peristoms innerviren. Von den Lange'schen Nerven der Arme lässt derselbe Forscher Zweige entspringen (II, 14), die zunächst der Wand des Pseudohämalkanales folgen, dann nach der Axe des Armes hin aufsteigen und mit ihren Endverzweigungen „wahrscheinlich“ zu den Muskeln der Wirbel und der Füsschenampullen treten. Jickeli dagegen erwähnt seitliche Zweige, die in die Fasermasse der die Wirbel mit den Adambulacralplatten verbindenden Muskeln eintreten und auch noch über diese Muskeln hinaus in angrenzende Partien der Körperwand verfolgt werden können; er will sogar die Innervation „einzelner Muskelfasern durch Ganglienzellen“ beobachtet haben.

C. Das Entoneuralsystem (peritoneales Nervensystem) (Enterocoel-Nervensystem Cuénot's).

Erst vor wenigen Jahren machte Cuénot (95, 99) die Entdeckung, dass auch an der Innenwand des Körpers Nervenzüge vorkommen, die sich zu dem Peritonealepithel ebenso verhalten wie die Ambulacralnerven zum äusseren Körperepithel. In ihrer Anordnung folgen sie den Längsmuskeln an der Dorsalwand der Arme, treten mit diesen in den Rücken der Scheibe ein und vereinigen sich gleich diesen in der Mitte der Scheibe. In einem Querschnitte durch einen dorsalen Armmuskel (IV, 6) findet man den ebenfalls quer getroffenen Nervenzug an dessen Innenseite in der ganzen Breite des Muskels. Der Nerv besteht aus denselben feinen Fibrillen und Ganglienzellen, wie wir sie in den Ambulacralnerven kennen gelernt haben, und ist von aufrechten, stärkeren Fasern durchsetzt, die als Ausläufer der den Nerven überkleidenden Peritonealzellen sich bis auf das zwischen

den Faserbündeln des Muskels befindliche Bindegewebe verfolgen lassen. Die Peritonealzellen sind demnach hier zu Stützzellen geworden, die den epithelialen Stützzellen der Ambulacralnerven völlig entsprechen. Cuénot ist der Meinung, dass diese Nervenzüge keinerlei Verbindung mit den ectodermalen Nerven haben und zur Innervation der dorsalen Muskeln dienen, obschon er keine in die Muskulatur eindringenden Zweige erkennen konnte. Auch die seitlichen Aeste, die er in seiner schematischen Figur (II, 14) von diesen inneren Dorsalnerven abgehen lässt, sind nicht direct von ihm beobachtet. Er fasst die sämmtlichen hier betrachteten Nervenzüge als Enterocoel-Nervensystem zusammen, wofür Lang*) neuerdings die Bezeichnung apicales Nervensystem gebraucht. Während Cuénot dasselbe bei *Asterias glacialis* O. F. Müll., *A. tenuispina* Lam., *Echinaster sepositus* (Lam.) und *Astropecten aurantiacus* (L.) nachweisen konnte, dagegen bei *Asterina gibbosa* (Penn.), vielleicht nur wegen der Kleinheit des Objectes, vergebens danach suchte, liegen von anderer Seite noch keinerlei Untersuchungen darüber vor.

VI. Wassergefässsystem.

Als ein zusammenhängendes Organsystem sind die Wassergefässe der Seesterne zuerst durch Konrad (261) und, unabhängig von ihm, zur selben Zeit durch Tiedemann (544) nachgewiesen worden. Vorher waren nur einzelne Theile desselben bekannt, wie die Füsschen, die Füsschenampullen und die Madreporenplatte. Konrad nannte das Wassergefässsystem „systema vasculare ad tentacula (worunter er die Füsschen versteht) pertinens“; Tiedemann nannte es das „Gefässsystem der Füsschen, der Bläschen und der Strahlen“ (mit den „Bläschen“ meint er die Poli'schen Blasen und die Füsschenampullen, mit „Strahlen“ die Arme). Die heute übliche Bezeichnung Wassergefässsystem wurde erst durch L. Agassiz**) („système aquifère“) und von Siebold (492) eingeführt.

Der ganze Apparat ist ein in sich zusammenhängendes, mit einer wässerigen Flüssigkeit gefülltes Röhrensystem, dessen dünne Wandung Muskelfasern besitzt und an der Innenfläche von einem wimpernden Epithel ausgekleidet wird. In seinen einzelnen Abschnitten ist das ganze Organsystem der Körperwand theils an-, theils eingelagert. Das Centrum des Systemes wird anatomisch und entwicklungsgeschichtlich von einem den Mund umkreisenden Ringkanal dargestellt, welcher in die Ambulacralfurche eines jeden Armes einen Radialkanal entsendet, der an der Spitze des Armes im Innern des dort befindlichen Fühlers blindgeschlossen endigt. Von dem Ringkanal entspringt ein zur Dorsalseite des Thieres aufsteigender Kanal, der wegen seiner verkalkten Wand den Namen Steinkanal führt und durch die Poren einer siebförmigen Skeletplatte, der sog. Madreporenplatte, mit der Aussenwelt in offener Verbindung steht. Am

*) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Jena 1894, p. 1045.
**) Comptes rendus 1847, p. 677.

Ringkanal können zwei verschiedene Sorten von Anhangsgebilden auftreten, von denen die einen als Poli'sche Blasen, die anderen als Tiedemann'sche Körperchen bezeichnet werden. Von den Radialkanälen gehen Seitenäste, die Füsschenkanäle, ab, die vor ihrem Eintritte in die Füsschen einen bläschenförmigen Anhang, die Füsschenampullen, in das Innere des Armes entsenden. Alle diese Theile des Wassergefässsystemes sollen im Folgenden in der angedeuteten Reihenfolge näher erörtert werden. Daran schliesst sich dann naturgemäss eine Schilderung der Füsschen und Fühler und endlich eine Betrachtung der Inhaltsflüssigkeit des ganzen Systemes. — Ueber Function und Entwicklung des Wassergefässsystemes im Ganzen und seiner einzelnen Theile verweise ich auf die späteren Kapitel über die Physiologie und die Ontogenie.

1. Ringkanal.

Der von Konrad (261) und Tiedemann (544) aufgefundene Ringkanal hat seine Lage an der Innenseite der Mundhaut in nächster Nähe der Skeletstücke des Peristoms (III, 2, 3). Der Radius des von ihm beschriebenen, etwas wellig verlaufenden Kreises ist um ein klein wenig grösser als der Radius des vom Ringnerven gebildeten; immerhin kann man sagen, dass er im Ganzen genau nach innen vom Ringnerven liegt. Dringt man von aussen her durch die Mundhaut hart an den Skelettheilen des Peristoms in die Tiefe ein, so gelangt man zunächst in die Hyponeuralräume des Ringnerven (= äusserer und innerer perihämaler Ringkanal) und dann erst, nachdem man eine kräftige Bindegewebslage durchtrennt hat, in das Innere des Ringkanales. Viel leichter kann man sich denselben vorführen, wenn man den Seestern vom Rücken her öffnet, Rückenwand und Eingeweide entfernt und nun die Mundhaut von ihrer Innenseite betrachtet. Der Ringkanal ist alsdann sofort als ein je nach seinem Füllungsgrade mehr oder weniger praller Wulst zu sehen, der an die Skeletumrandung des Mundes angedrückt erscheint. Seine Wand ist bei den grösseren Arten ziemlich derb, bei kleineren entsprechend zarter und besteht vorwiegend aus Bindegewebe. Muskelfasern sind in der Wand entweder nur schwach entwickelt und verlaufen dann meistens kreisförmig oder fehlen (nach Hamann 212) ganz. Das innere Epithel besteht nach Cuénot (93) aus platten, nach Hamann (212) aus cubischen Zellen, von denen eine jede ein Wimperhaar trägt. Soweit die Wand des Ringkanales der Leibeshöhle zugekehrt ist, wird sie selbstverständlich an ihrer Aussenseite vom Peritonealepithel überkleidet.

2. Radialkanäle.

Die Radialkanäle (= Ambulacralkanäle) sind schon von Kade (257) gesehen und in ihrer Beziehung zu den Füsschen und Füsschenampullen richtig verstanden worden. Seine Angabe blieb indessen unbeachtet oder unverstanden, sodass noch Cuvier (102) mit den Radialkanälen ganz

unbekannt ist. Erst durch Konrad (261) und Tiedemann (544) wurden sie aufs Neue entdeckt. Beide stellten überdies zum ersten Male den Zusammenhang der Radialkanäle mit dem Ringkanale fest. Die Abgangsstelle von dem letzteren liegt unmittelbar unter dem Körper des ersten Wirbel seines jeden Armes (III, 2). Von hier verläuft der Radialkanal, indem er der Medianlinie des Armes folgt, immer in derselben Lagebeziehung zu den übrigen Organen, denen man in der Ambulacralfurche begegnet, nämlich so, dass er dorsal an die Wirbel angrenzt, ventral aber (s. Fig. 8, S. 545) durch den radialen Hyponeuralkanal (= Perihämalkanal) von dem Radialnerven getrennt wird. Ferner schiebt sich unter jedem Wirbel der untere Quermuskel des Wirbels zwischen den Wasserkanal und den Hyponeuralkanal (III, 2), drängt die ventrale Wand des Wasserkanales nach oben und bedingt so, dass das Lumen des Wasserkanales abwechselnd weiter und enger ist, enger über jedem unteren Quermuskel, weiter zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Quermuskeln; doch ist dabei nicht ausser Acht zu lassen, dass diese abwechselnden Verengerungen und Erweiterungen des radialen Wasserkanales in hohem Maasse durch den jeweiligen Contractionszustand der unteren Quermuskeln beeinflusst werden. Nach der Armspitze hin wird der Radialkanal allmählich enger, um schliesslich in den am Ende der Ambulacralfurche befindlichen Fühler einzutreten und hier blind zu endigen. An ihrer Innenfläche tragen die Radialkanäle dasselbe Wimperepithel wie der Ringkanal; auf dieses Epithel folgt nach aussen eine Bindegewebslage, in der man keine (Hamann 212) oder nur sehr wenige (ich 299) und dann kreisförmig oder unregelmässig verlaufende Muskelfasern antrifft.

3. Steinkanal.

Der den Ringkanal mit der Madreporenplatte verbindende, stets genau in einer interradialen Hauptebene gelegene, etwas gebogene Steinkanal ist zuerst von Kade (257) gesehen worden. Er beschreibt ihn bei *Asterias rubens* L. als einen unter der Madreporenplatte befindlichen, dicken, weissen, fast knorpeligen Kanal. Auch Linck (284) erwähnt ihn unter der Bezeichnung „tuba verrucae“, meint aber, er sei an beiden Enden geschlossen, und lässt ihn in seinem Inneren eine zerreibliche, kalkige Substanz beherbergen. Nachdem dann Spix (512) in völliger Verkennung seiner wahren Bedeutung ihn für das männliche Organ der Seesterne erklärt hatte, entdeckten Konrad (261) und Tiedemann (544) seine Zugehörigkeit zum Wassergefässsysteme, indem sie seine offene Verbindung mit dem Ringkanale nachwiesen. Tiedemann gab ihm den noch heute gebräuchlichen Namen Steinkanal (oder Sandkanal), schilderte ihn nach Lage und Form bei *Astropecten aurantiacus* (L.) und bemerkte in Betreff seines Baues, dass seine Wandung im Innern der Länge nach gefaltet sei. Doch irrte er darin, dass er die Kalksubstanz nicht in die Wandung, sondern in das Lumen des Kanales verlegte (ein Irrtum, der gerade bei *Astropecten aurantiacus* für die damaligen Untersuchungs-

methoden ganz verzeihlich ist) und infolgedessen den Steinkanal überhaupt für die Erzeugungsstätte der Kalksubstanz des ganzen Skeletes hielt. Schon Delle Chiaje's (83) und Ehrenberg's*) Beobachtungen berichtigten diese falsche Vorstellung Tiedemann's und zeigten, dass die Verkalkungen der Wandung des Kanales selbst angehören und keineswegs dessen Inhalt bilden. Alsdann versuchte von Siebold (491) tiefer in den Bau des Steinkanales einzudringen. Er untersuchte namentlich *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *rubens* L. und zeigte, dass bei diesen Arten die verkalkte Wand des Steinkanales (den er „den kalkigen Balken" nennt) aus einer grösseren Anzahl von übereinander gereihten Kalkringen besteht, von denen ein jeder aus zwei Stücken zusammengesetzt wird: einem grösseren, das die nach aussen gelegene (abaxiale) Seite des Steinkanales einnimmt, und einem kleineren, nach der dorsoventralen Axe des Thieres schauenden. Von der Innenseite des grösseren Kalkstückes erhebt sich eine Längsleiste, die in das Lumen des Kanales eindringt und sich sodann in zwei sich umrollende Lamellen zertheilt (III, 6). Mit von Siebold's Angaben stehen diejenigen von Sharpey (490, Vol. II) und Jourdain (254), der den Kanal als „tube hydrophore" bezeichnet, im Einklange. Nachdem dann noch Teuscher (536) eine Abbildung eines Querschnittes des Steinkanales von *Astropecten aurantiacus* (L.) veröffentlicht hatte, aus der hervorgeht, dass die in das Lumen des Kanales vorspringende Lamellenbildung bei dieser Art eine bedeutend stärkere Ausbildung erfahren hat als bei *Asterias*, untersuchte ich (299) den Bau des Kanales bei mehreren Arten und konnte dadurch feststellen, dass die Gestaltung seiner inneren Oberfläche je nach den Arten mancherlei Modificationen unterworfen ist. Während für *Asterias rubens* L. die von Siebold'sche Beschreibung ganz zutreffend ist, besitzt *Echinaster purpureus* (Gray) und, wie ich später (300) fand, auch *Brisinga coronata* Sars an Stelle der beiden sich umrollenden und von einer gemeinschaftlichen Längsleiste entspringenden Lamellen lediglich jenen Längswulst (III, 7). Bei *Asterina exigua* (Lam.) hingegen sind die Verhältnisse viel verwickelter. Die von der einen Wand des Kanales ausgehende Falte schreitet hier durch das ganze Lumen hindurch, befestigt sich an der gegenüberlegenden Wand und theilt so den Kanal in zwei nebeneinanderliegende Röhren. Diese innere Theilung des Steinkanales wiederholt sich mehrere Male und so ergibt sich schliesslich statt des einfachen Steinkanales ein Bündel von 16 nebeneinanderlaufenden Röhren. Jede dieser 16 Röhren besitzt überdies auch noch einen besonderen inneren Längswulst, sodass jede für sich ebenso gebaut ist, wie der ganze Steinkanal bei *Echinaster purpureus*. Neuerdings hat Cuénot (93) noch eine weitere Anzahl von Arten auf den Bau des Steinkanales („tube aquifère") untersucht und dadurch meine Ergebnisse bestätigt und erweitert. Bei *Echinaster sepositus* (Lam.) fand er dieselbe einfache Innenleiste, wie ich sie von *Echinaster purpureus* (Gray) be-

*) Müller's Archiv, 1834, p. 580

schrieben habe. Bei *Cribrella oculata* (Linck), *Asterina gibbosa* (Penn.) *Palmipes membranaceus* Linck und *Crossaster papposus* (Linck) hat die Kante der Innenleiste sich schon der Länge nach in zwei Lamellen gespalten, die sich ähnlich wie bei *Asterias rubens* und *glacialis* umbiegen, aber noch nicht in dem Maasse wie dort aufrollen; der Querschnitt durch die Leiste sieht demgemäss etwa ankerförmig aus. Bei *Pentaceros turritus* Linck und *Gymnasteria carinifera* (Lam.) aber ist die Aufrollung der beiden Lamellen noch stärker als bei *Asterias*, indem sie auf dem Querschnitt (statt $1^1/_2$) 2 Umgänge beschreiben. Bei manchen *Astropecten*-Arten, z. B. *spinulosus* (Phil.), *jonstoni* (Delle Chiaje), *bispinosus* (Otto), wird die Leiste zu einer das ganze Lumen in zwei Hälften theilenden Längsscheidewand, die dann jederseits wieder selbst eine an der Kante in zwei umgebogene Lamellen zerlegte Längsleiste entwickelt (III, 8—10). Endlich gibt es Arten, z. B. *Astropecten aurantiacus* (L.), *Luidia ciliaris* (Phil.), *Culcita*- und *Ophidiaster*-Arten, bei denen sich der Längsscheidewände eine immer grössere Zahl ausbilden, die das ganze Lumen auf dem Querschnitt in unregelmässige Kammern zerlegen (III, 11).

So verschiedenartig nun aber auch der Bau des Steinkanales bei den verschiedenen Arten zu sein scheint, so gibt es doch einen Abschnitt an demselben, der bei allen Arten in gleicher Weise gebaut ist. In dem der Verbindungsstelle mit dem Ringkanal zunächst liegenden Abschnitte nämlich hört alle innere Oberflächen-Vergrösserung des Kanales auf; hier haben wir immer einen einfachen Kanalraum vor uns, in den keinerlei Erhebungen der Wandung einspringen. Der Uebergang in diesen einfachen Mündungsabschnitt des Steinkanales erfolgt ganz allmählich, indem die inneren Leisten, Lamellen und Scheidewände nach und nach um so mehr verstreichen, je mehr man sich der Mündung in den Ringkanal nähert. Bei jungen Individuen fehlt ebenfalls die innere Oberflächenvergrösserung entweder noch ganz oder sie ist doch weniger hoch entwickelt als bei den Erwachsenen. Wir werden darauf bei Betrachtung der Entwicklungsgeschichte zurückkommen.

Aeusserlich hat der Steinkanal fast immer die Form eines Schlauches, der nach der Madreporenplatte zu an Dicke allmählich zunimmt und meistens sowohl an seiner adaxialen als an seiner abaxialen eine flache Längsrinne besitzt, sodass er im Ganzen an den Lauf eines doppelläufigen Gewehres erinnert. Bei *Pharia pyramidata* Gray soll er nach Viguier (559) in seinem oberen Abschnitte trichterförmig oder kugelig aufgetrieben sein und ähnlich beschreibt ihn Cuénot (93) bei *Luidia ciliaris* (Phil.). Bei manchen Arten besitzt der Steinkanal an seinem oberen Ende, unmittelbar unter der Madreporenplatte, eine sackförmige Ausweitung, auf die Greeff (182) zuerst aufmerksam gemacht hat; er nannte sie den Ampullen-Apparat der Madreporenplatte. Ich (299) bezeichnete sie als die ampullenförmige Erweiterung oder einfach die Ampulle des Steinkanales (III, 6). Cuénot gebraucht auch die Bezeichnung Madreporentasche („poche madréporique"). Die Ampulle liegt stets an der aboralen Seite

der Insertion des Steinkanales an die Madreporenplatte und stellt z. B. bei *Astropecten aurantiacus* (L.) eine kugelige, etwa 2 mm grosse, innen glattwandige, der Kalkeinlagerungen entbehrende Aussackung der Steinkanal-Wand dar. Bei *Asterina exigua* (Lam.) konnte ich, bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. Cuénot sie ebenfalls nachweisen. *Asterias rubens* L. soll nach Greeff und Hamann (212) mehrere Ampullen besitzen; doch stellte sich durch meine Untersuchungen heraus, dass auch diese Art nur eine einzige Ampulle*) hat, die aber an ihrer Peripherie durch einige Einschnürungen in eine Anzahl secundärer Ausbuchtungen zerlegt wird. Bei vielen Arten scheinen übrigens die Ampullen ganz zu fehlen. Da sie niemals Muskeln in ihrer Wandung besitzen, so kann ich mich der Ansicht Greeff's, dass diese Gebilde morphologisch und physiologisch den Füsschen-Ampullen und den Poli'schen Blasen entsprechen, nicht anschliessen.

Während alle früheren Forscher den Steinkanal von dem ihn umgebenden schlauchförmigen Kanal, auf den wir erst später bei Betrachtung des Blutgefässsystemes und der Leibeshöhle näher eingehen werden, vollständig abgeschlossen fanden, sind Perrier (414, 418) und Vogt und Yung (562) zu einer anderen Ansicht gelangt. Vogt und Yung (562) haben auf Grund ihrer Injectionsbefunde bei *Astropecten aurantiacus* die Behauptung aufgestellt, dass seine Wandung in der Nähe seiner Mündungsstelle in den Ringkanal von zahlreichen feinen Oeffnungen durchbrochen sei, durch die eine Verbindung seines Lumens mit dem Lumen des schlauchförmigen Kanales hergestellt werde. Da sie aber ihre Injectionsbefunde nicht durch die Untersuchung von Schnittserien controllirt haben, so reichen dieselben zum Beweise ihrer Behauptung nicht aus. Ueberdies hat Cuénot (93) die Vogt und Yung'sche Ansicht auf das Bestimmteste als eine irrthümliche bezeichnet. Perrier hingegen lässt den Steinkanal nicht an seinem unteren, sondern an seinem oberen Ende, unmittelbar unter der Madreporenplatte, mit dem schlauchförmigen Kanal durch eine seitliche Oeffnung communiciren und stützt sich dabei auf Schnittserien durch junge Exemplare von *Asterias spirabilis* Bell. Doch kann ich nicht leugnen, dass seine Darstellung mich nicht vollständig überzeugt hat. Eine Nachuntersuchung an demselben Objecte scheint mir jedenfalls sehr erwünscht zu sein — auch an anderen Arten müsste die Sache bei jungen Thieren nochmals geprüft werden, bevor sie völlig spruchreif ist. Aber auch angenommen, Perrier's Angabe sei völlig zutreffend, so gilt sie doch nur für die jungen Thiere (s. das Kapitel Entwicklungsgeschichte). Bei erwachsenen konnte Cuénot (93, 99) nichts von der angeblichen Oeffnung des Steinkanales in den schlauchförmigen Kanal entdecken; um aber seine Befunde mit denjenigen Perrier's in Einklang zu bringen, nimmt er an, dass die von Perrier bei den jungen Thieren behauptete

*) Hamann und Cuénot müssen meine Angaben falsch verstanden haben, sonst könnten sie mir nicht die Behauptung zuschieben, dass mehrere Ampullen vorhanden seien. Was ich (gegen Greeff) nachgewiesen habe, ist gerade das Gegentheil.

Communicationsstelle während des späteren Wachsthums in das Innere der Madreporenplatte hineingerückt sei (s. Madreporenplatte, S. 572).

Die Wand des Steinkanales (III, 7) ist bei allen Arten stets aus denselben drei Schichten zusammengesetzt. Zu äusserst findet man einen niedrigen, peritonealen Epithel-Ueberzug. Dann folgt eine mächtige, die Kalkkörper beherbergende Bindegewebslage, die sich an allen etwa vorhandenen Leisten, Falten und Scheidewänden des Inneren betheiligt. Endlich ist die ganze innere Oberfläche von einem Epithel bekleidet, dass sich erheblich von dem übrigen Innen-Epithel des Wassergefässsystemes unterscheidet. Namentlich ist es viel höher, bei *Asterias rubens* z. B. 0,05 mm hoch, besteht aus schmalen, langgestreckten Zellen und trägt lange Wimperhaare, die an ihrer Wurzel einen Cuticularsaum des Epithels durchsetzen. Schon bei meiner Untersuchung der *Brisinga coronata* Sars machte ich (300) darauf aufmerksam, dass dieses Epithel auf der inneren Längsleiste niedriger ist als auf der übrigen Innenfläche des Steinkanales. Das Gleiche fand ich (300) bei *Echinaster purpureus* (Gray) und Hamann (212) bei *Asterias rubens* L.; Hamann fügte hinzu, dass im Bereiche des niedrigeren Epithels auch die Wimperhaare verkürzt sind. Später traf Cuénot*) dieselben Verhältnisse bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. an.

4. Madreporenplatte.

Lage und Entstehung der Madreporenplatte, die von neueren Autoren auch Madreporit oder Hydrophorenplatte („plaque hydrophore") oder Hydrophorensieb („crible hydrophore") genannt wird, haben wir schon bei Betrachtung des Skeletes kurz berührt (s. S. 540).

Den ersten Angaben über dieselbe begegnet man bei Kade (257) und Linck (284). Jener bezeichnete sie bereits bei *Asterias rubens* als „tuberculum verrucae simile". Dieser erkannte sie bereits als ein allen Seesternen im Gegensatz zu den Ophiuren zukommendes Organ, das stets auf der Rückseite excentrisch und in der Richtung eines Interradius gelagert ist und in der Gestaltung seiner Oberfläche an gewisse Corallen erinnert; er nannte sie „verruca dorsi" und beschrieb sie je nach den Arten als verruca rugosa oder rugose striata oder undose sulcata. Bei Gualtieri (201) und Bianchi (Plancus) (433) heisst sie Cerebrites oder Maeandrites. Seba (485) bildete sie auf seinen Tafeln von mehreren Arten ab, ohne sie in seinem Texte zu erwähnen. Ihre schon von Linck angedeutete, aber nicht sicher erkannte Durchbohrung wurde zuerst von Fabricius (131), der sie „verruca testacea" nennt, behauptet, freilich in der irrthümlichen Meinung, dass sie als After functionire. Alsdann beschrieb Schreber (482) zum ersten Male einen Seestern (*Acanthaster solaris*) mit einer grösseren Anzahl von Madreporenplatten, die er aller-

*) Cuénot meint, er sei der Erste, der auf diese Differenz in der Gestaltung des inneren Epithels aufmerksam mache. Wie wenig das zutrifft, geht aus dem oben Gesagten hervor.

dings nicht als solche erkannte, sondern als räthselhafte „Schwämmchen" („fungnli") schildert. Auch Spix (512) verglich sie ihrem Baue nach mit einem Schwamme („tubercule spongieux"), ohne aber zu ihrer Kenntniss etwas Neues beizutragen. Ihre Zugehörigkeit zum Wassergefässsystem wurde erst durch Konrad (261) entdeckt. Doch blieb er ebenso wie Tiedemann (544) noch ganz unbekannt mit den sie durchsetzenden Porenkanälchen. Tiedemann nannte sie den plattgedrückten, rundlichen, steinartigen Körper. Weiterhin beschrieb Delle Chiaje (83) die Anordnung ihrer oberflächlichen Furchen bei mehreren mittelmeerischen Arten und nannte sie „tubercolo labirintiforme". Die heute gebräuchliche Benennung Madreporenplatte wurde von Blainville (65) eingeführt („tubercule madréporiforme"). Eine genauere Kenntniss ihres Baues wurde aber erst durch Sharpey (490, Vol. II) und L. Agassiz (11) angebahnt, die beide den Nachweis erbrachten, dass die Platte von feinen Porenkanälchen durchsetzt ist, in denen Joh. Müller (372) eine Wimperbewegung wahrnahm. Dann hat Jourdain (254) den Verlauf der Porenkanälchen in der Madreporenplatte von *Asterias rubens* näher verfolgt. Er fand im Inneren der Platte ein System von horizontalen, in ihrem Verlaufe den Furchen der Aussenseite der Platte entsprechenden Radiärkanälen, aus welchen kleinere Röhrchen senkrecht aufsteigen und im Grunde der Furchen ausmünden.

Bevor wir aber den Bau der Madreporenplatte weiter verfolgen, ist ihre Zahl und Form einer Betrachtung zu unterziehen. In der Regel ist nur eine einzige Madreporenplatte vorhanden, die je nach der Art bald dem Rande der Rückenseite, bald deren Mittelpunkt näher liegt. Doch kommt es auch nicht selten vor, dass eine Vermehrung der Madreporenplatte in der Weise auftritt, dass mehrere Interradien je eine beherbergen. Am häufigsten ist diese Erscheinung in den Familien der Asteriiden, Stichasteriden, Echinasteriden und Linckiiden, die sämmtlich zu Sladen's *Cryptozonia* gehören*). Meistens, aber durchaus nicht immer, geht sie Hand in Hand mit einer Vermehrung der Arme über die Ziffer 5, gleichviel ob die grössere Armzahl nur eine individuelle oder eine für die Art constante ist. Hingegen giebt es aber auch nicht minder zahlreiche Fälle (namentlich in den Familien der Brisingiden, Heliasteriden, Pedicellasteriden, Solasteriden und bei der Gattung *Luidia*), in denen die Zahl der Arme normalerweise mehr als 5 beträgt und doch nur eine einzige Madreporenplatte zur Ausbildung gelangt ist. Das Maximum der Vermehrung der Madreporenplatten findet sich in der vielarmigen Gattung *Acanthaster*, während wir bei der noch grösseren Armzahl der *Heliaster*- und *Labidiaster*-Arten nur einer Madreporenplatte begegnen. Im Folgenden stelle ich die bekanntesten Fälle einer Vermehrung der

*) Bei den *Phanerozonia* ist eine Vermehrung der Madreporenplatte eine ausserordentliche Seltenheit. Cuénot (99) erwähnt z. B. einen solchen Fall bei einem Exemplare von *Asterina gibbosa* (Penn.), das abnormerweise mit 7 Armen und 2 einander gegenüberliegenden Madreporenplatten ausgestattet war.

Madreporenplatte nach den Angaben von Joh. Müller (369), Müller und Troschel (374), von Martens (338), Greeff (184), Perrier (399) und Anderen sowie nach eigenen Beobachtungen zusammen, wobei ich für Madreporenplatte die Abkürzung Md anwende.

1. Aus der Familie der Asteriiden:
   Asterias calamaria Gray mit 6—12, meistens 7 Armen, hat bei 7 Armen gewöhnlich nur 1, selten 2 Md; bei einem 12armigen Exemplare sind 2 und bei einem 11armigen 4 Md beobachtet worden.
   Asterias tenuispina Lam. besitzt bei 5—9 Armen 1—3, selten 4 Md.
   Asterias capensis Perr. mit 6 (selten 5) Armen und 3 Md.
   Asterias rubens L. kann ausnahmsweise bei 5 Armen 2 Md besitzen.
2. Aus der Familie der Stichasteriden:
   Stichaster polyplax (M. Tr.) mit 7 Armen und 1—5, meist 3 Md.
   Stichaster albulus (Stimps.) mit 5—7 Armen und 1—2 Md.
3. Aus der Familie der Echinasteriden:
   Acanthaster echinites (Ellis & Solander) hat bei 13—20 Armen 5—16 Md,
   Acanthaster ellisii (Gray) bei 11—19 Armen 5—15 Md.
   Echinaster eridanella M. Tr. und *Echinaster purpureus* (Gray) haben in 5armigen Individuen nur 1, in 6- oder 7armigen aber 2 Md.
4. Aus der Familie der Linckiiden:
   Ophidiaster germani Perr. besitzt bei 5 Armen 2 Md.
   Linckia multifora (Lam.) hat häufig 2 Md bei 5armigen Individuen.
   Linckia pacifica Gray *var. diplax* (M. Tr.) und *Linckia guildingii* (Gray) haben bei 4—7 Armen in der Regel 2 Md.

In ihrer gegenseitigen Lagebeziehung scheinen die mehrfachen Madreporenplatten, soweit wir bis jetzt wissen, keine bestimmte Regel innezuhalten. Wenn z. B. 2 Md vorhanden sind, so können sie entweder (in der Mehrzahl der Fälle) in zwei benachbarten Interradien liegen (bei den Linckiiden) oder durch eine wechselnde Anzahl von madreporenfreien Interradien voneinander geschieden sein.

Mit der Vermehrung der Madreporenplatten vermehren sich auch die Steinkanäle, sodass eine jede Madreporenplatte ihren besonderen Steinkanal besitzt, der in demselben Interradius, in dem seine Madreporenplatte liegt, zum Ringkanal zieht. Eine Abweichung von dieser Regel soll in der Weise vorkommen können, dass unterhalb derselben Madreporenplatte statt eines einzigen Steinkanales sich deren zwei entwickeln. Wenigstens will Giard (159) ein derartiges abnormes Verhalten mehrmals bei *Asterias rubens* L. und zwar bei 6armigen Exemplaren dieser in der Regel 5armigen Art beobachtet haben; zur Erklärung seiner Befunde nimmt er an, dass es sich dabei eigentlich um das Auftreten zweier Madreporenplatten im selben Interradius gehandelt habe, die aber zusammengerückt und miteinander verschmolzen seien. Indessen kann nicht verschwiegen werden, dass bereits Viguier (559) Bedenken gegen die Giard'schen Angaben erhoben und eine bis jetzt nicht erbrachte nähere Darlegung des Sach-

verhaltes gefordert hat. Immerhin wäre es möglich, dass die Sache sich in Wirklichkeit so verhält. Denn es sind schon früher durch von Martens (338) und neuerdings durch Cuénot (99) einige abnorme Fälle bekannt geworden, in denen in demselben Interradius ausnahmsweise zwei Madreporenplatten lagen, von denen eine jede ihren besonderen Steinkanal hatte. Von Martens erwähnt solche Vorkommnisse von *Linckia multifora* (Lam.); Cuénot beobachtete einen derartigen Fall bei einem 22armigen Exemplare von *Heliaster multiradiata* (Gray) und einem 6armigen Exemplare von *Asterias glacialis* O. F. Müll. Man wird also zusammenfassend sagen dürfen, dass auch dann, wenn ausnahmsweise eine Vermehrung der Madreporenplatte in demselben Interradius erfolgt, jede Platte ihren eigenen Steinkanal besitzt.

Die Form der Platte, deren Grösse nach Art und Alter bedeutenden Verschiedenheiten unterliegt, ist vorwiegend eine rundliche oder längliche, seltener ist sie durch Einkerbungen des Randes sternförmig geworden. Auf ihrer gewölbten Oberfläche sind stets mehr oder weniger zahlreiche feine Furchen zu sehen, die von einem centrisch oder excentrisch gelegenen Punkte ausstrahlen und meistens einen gewundenen, welligen Verlauf haben. Oft ist die Oberfläche der Platte durch die der Platte zunächst stehenden Stacheln oder Paxillen wie von einem Schutzapparate überdeckt, sodass man einige Mühe hat, die Platte aufzufinden. Seltener, z. B. bei *Astropecten aurantiacus* (L.), sind auf der Oberfläche der Platte selbst kleine Kalkkörnchen angebracht. Eine verhältnissmässig seltene Erscheinung ist der Zerfall der Madreporenplatte in mehrere Stücke, die sich dadurch als Theile einer einzigen Platte ausweisen, dass unter ihr nur ein einziger Steinkanal vorhanden ist. Schon Joh. Müller (369) und später von Martens (338) bemerkten einen solchen Fall bei *Heliaster helianthus* (Lam.). Greeff (184) gibt das Gleiche von manchen Linckiiden an. Perrier (399) sah einmal eine dreitheilige Platte bei *Asterias calamaria* Gray und vermuthet ähnliche gelegentliche Vorkommnisse auch bei *Pharia pyramidata* Gray und *Linckia pacifica* Gray *var. diplax* (M. Tr.). Endlich fand Sladen (503) eine zusammengesetzte Madreporenplatte bei verschiedenen Archasteriden: *Lonchotaster tartareus* Slad., *Dytaster madreporifer* Slad. und *Dytaster nobilis* Slad.

Ueber den feineren Bau der Madreporenplatte habe ich (299) im Anschlusse an die oben schon mitgetheilten Befunde Jourdain's Beobachtungen angestellt, deren Ergebnisse von Hamann (212) und Cuénot (93) bestätigt wurden. Demnach ist die äussere Oberfläche der Platte von einem ziemlich hohen Wimperepithel überzogen, das eine deutliche Cuticula trägt und einen Theil des allgemeinen Körperepithels darstellt. Dieses Epithel (IV, 4) bekleidet auch die Furchen der Oberfläche und senkt sich bis zu einer gewissen Tiefe in den äusseren Abschnitt der Porenkanälchen hinein, um dann einem viel niedrigeren Zellenbelag allmählich Platz zu machen, der aus bewimperten cubischen Zellen besteht und am inneren Ende der Porenkanälchen wiederum allmählich in das hohe Epithel des

Steinkanales überleitet. Den Verlauf der Porenkanälchen habe ich namentlich bei *Asterias rubens* L. verfolgt und ganz in Uebereinstimmung mit Jourdain's Angaben gefunden. Im Grunde der äusseren Furchen (IV, 1) liegen hintereinander die circa 0,045 mm weiten Porenöffnungen. Jede Oeffnung führt in ein anfänglich vertical in die Madreporenplatte eindringendes Kanälchen. Diese Kanälchen verlaufen aber nicht geraden Weges zur inneren Oberfläche der Platte. Das von dem äussersten, d. h. dem Rande der Platte nächsten, Porus einer jeden Furche kommende Kanälchen biegt sich nämlich so, dass es einen horizontalen, nach dem Centrum der Platte gerichteten Verlauf annimmt. Es verläuft also dieses horizontale Kanälchen in derselben Richtung wie die Furche, von deren äusserstem Porus es entspringt; zugleich liegt das horizontale Kanälchen der inneren Oberfläche der Platte näher als der äusseren. Während es unter der Furche hinzieht, nimmt es die übrigen vom Grunde der Furche entspringenden verticalen Kanälchen auf, erweitert dementsprechend sein Lumen (bis auf etwa 0,075 mm) und dient so als Sammelröhrchen (IV, 2, 3) für die sämmtlichen zu derselben Furche gehörigen Porenkanälchen. Nur der geringere Theil der oberflächlichen Furchen erreicht den Mittelpunkt der Madreporenplatte: die grössere Anzahl endet in geringerem oder grösserem Abstande von demselben. Die Sammelröhrchen, die zu den nicht das Centrum erreichenden Furchen gehören, vereinigen sich mit dem Sammelröhrchen der nächst benachbarten, weiter gegen das Centrum vordringenden Furche. Die Gesammtzahl der Porenkanälchen ist keine constante, sondern schwankt je nach Alter und Art. Bei einem erwachsenen Exemplare von *Asterias rubens* zählte ich über 200 Porenöffnungen im Grunde der äusseren Furchen. Bei *Cribrella oculata* (Linck), *Echinaster sepositus* (Lam.), bei *Asterina-*, *Crossaster-* und *Palmipes-*Arten scheint ihre Anzahl nach Cuénot (93) eine viel geringere zu sein; bei anderen Arten mit grösserer und enggefurchter Madreporenplatte ist sie gewiss erheblich grösser. Bei ganz jungen Thieren ist nach den Beobachtungen von Lovén (298) an *Asterias glacialis* O. F. Müll., mir (307) an *Asterina gibbosa* (Penn.), Hamann (212) an *Asterias rubens* L. und Perrier (418) an *Asterias spirabilis* Bell wohl immer nur ein einziger Porus vorhanden. Die Vielzahl der Porenkanälchen des erwachsenen Thieres und Hand in Hand damit die oberflächliche Furchung der Madreporenplatte entsteht erst durch allmähliche Umbildung des anfänglich einfachen Verhaltens während des postembryonalen Wachsthums.

Endlich ist hinsichtlich der Porenkanälchen und ihrer Sammelröhrchen die Frage zu erörtern, ob sie alle ausnahmslos in den Steinkanal, sei es direct oder durch Vermittlung seiner Ampulle, hineinführen oder ob ein Theil von ihnen, statt in den Steinkanal zu münden, sich mit dem den Steinkanal umgebenden schlauchförmigen Kanal (auf den wir beim Blutgefässsystem und der Leibeshöhle näher eingehen werden) in Verbindung setzt? Während Sharpey, L. Agassiz, Joh. Müller, Jourdain (254), ich (299) und Hamann (212) zu dem Ergebnisse gelangten, dass

alle Oeffnungen an der Innenseite der Madreporenplatte nur allein in den Steinkanal, bez. dessen Ampulle führen, haben Hoffmann (232), Greeff (184) und Teuscher (536) durch Injectionen den Nachweis zu erbringen gesucht, dass ein Theil der Oeffnungen in den schlauchförmigen Kanal mündet. Ich (299) habe demgegenüber betont, dass Injectionsbefunde in dieser Frage überhaupt nur eine untergeordnete Beweiskraft haben und jeden Werth verlieren, wenn sie mit dem anatomischen Befunde in Widerspruch stehen. Greeff und Teuscher sind nun zwar der Meinung auch auf anatomischem Wege sich von der Richtigkeit ihrer Ansicht überzeugt zu haben; aber was sie in dieser Hinsicht vorbringen, ist so zweifelhafter Art, dass ich durch meine an *Astropecten aurantiacus* (L.), *Echinaster purpureus* (Gray), *Asterina exigua* (Lam.) und *Asterias rubens* L. angestellten Untersuchungen zu dem Schlusse kam, es müssten bei Greeff und Teuscher durch Zerreissungen der Gewebe künstliche Oeffnungen der Madreporenplatte in den schlauchförmigen Kanal entstanden sein. Später haben dann Durham (121) und Cuénot (93) die Hoffmann-Greeff-Teuscher'sche Ansicht aufs Neue vertreten. Durham fand bei einem erwachsenen Exemplare von *Cribrella oculata* (Linck), dass einzelne Porenkanälchen unmittelbar in den schlauchförmigen Kanal führen und dass dieselben Kanälchen im Innern der Madreporenplatte mit den übrigen in den Steinkanal führenden communiciren; ferner beobachtete er eine Oeffnung an der Ampulle des Steinkanales, die ebenfalls in den schlauchförmigen Kanal führt. Indessen ist er doch nicht geneigt in diesen Verhältnissen eine normale Einrichtung der erwachsenen Thiere zu sehen, sondern hält das Ganze für eine gelegentlich auftretende Abnormität. Cuénot dagegen geht weiter und sieht in dem Einmünden einer Anzahl von Porenkanälchen in den schlauchförmigen Kanal das normale Verhalten der erwachsenen Seesterne überhaupt. Er stimmt auch darin mit Durham überein, dass im Innern der Madreporenplatte eine Communication zwischen den in den Steinkanal und den in den schlauchförmigen Kanal führenden Kanälchen besteht, will aber von einer Mündung der Ampulle in den schlauchförmigen Kanal nichts wissen (vergl. S. 567).

5. Poli'sche Blasen.

Wie bei den Holothurien versteht man auch bei den Seesternen unter Poli'schen Blasen blasenförmige, frei in die Leibeshöhle ragende Anhänge des Ringkanales (III, 12). Ihr Lumen steht durch Vermittelung eines hohlen Stieles mit dem Lumen des Ringkanales in offener Verbindung; im Uebrigen ist die Wand der Blase überall geschlossen. Ihr Entdecker ist Konrad (261), der sie bei mehreren mittelmeerischen Arten nach Lage, Zahl, Form und Verbindung mit dem Ringkanal ganz gut beschrieb und einfach „vesiculae“ nannte. Tiedemann (544) widmete ihnen ebenfalls eine nähere Beschreibung. Er ist der Meinung, dass alle Seesterne mit solchen „birnförmigen Bläschen“ ausgestattet seien, was

sich durch die Beobachtungen späterer Forscher als unzutreffend herausgestellt hat.

Sie fehlen nach Hoffmann (232), Romanes und Ewart (455) und Cuénot (93) bei *Asterias rubens* L. und *glacialis* O. F. Müll.; ferner vermisste sie Cuénot bei *Cribrella oculata* (Linck) und *Echinaster sepositus* (Lam.) und glaubt sich deshalb zu dem Schlusse berechtigt, dass sie überhaupt in den Familien der Asteriiden und Echinasteriden nicht zur Ausbildung gelangt seien; indessen wäre dieser Schluss doch wohl noch durch eine grössere Beobachtungsreihe zu stützen. Bei *Asterina gibbosa* (Penn.), *Palmipes membranaceus* Linck, *Crossaster papposus* (Linck), *Pentaceros turritus* Linck, *Gymnasteria carinifera* (Lam.) und *Culcita coriacea* M. Tr. fand er übereinstimmend nur eine Poli'sche Blase. Bei *Luidia ciliaris* (Phil.) fehlt die Blase im Interradius der Madreporenplatte, während jeder der übrigen Interradien eine solche besitzt. Ebenso verhält sich nach meinen Beobachtungen *Plutonaster subinermis* (Phil.). Zahlreicher werden die Blasen in der Gattung *Astropecten*. Hier begegnen wir nach Cuénot's und meinen eigenen Untersuchungen bei kleinen und mittelgrossen Arten, wie *polyacanthus* M. Tr., *spinulosus* (Phil.), *jonstoni* (Delle Chiaje) (= *squamatus*), *bispinosus* (Otto) und *penthacanthus* (Delle Chiaje) im Interradius der Madreporenplatte in der Regel zwei, in jedem anderen Interradius aber nur einer Poli'schen Blase; von den beiden im Interradius der Madreporenplatte liegt die eine rechts, die andere links vom Steinkanal. Bei grossen *Astropecten*-Arten, z. B. *aurantiacus* (L.), steigt die Zahl der Blasen in allen fünf Interradien zusammen auf 13—18, mitunter sogar bis auf 22. Dieselben sind in diesen Fällen so auf die Interradien vertheilt, dass jeder Interradius ohne bestimmte Regel deren 2, 3 oder 4 (III, 12), am häufigsten 3 besitzt; ein von Meckel untersuchtes Exemplar besass sogar nach Konrads Mittheilung in einem seiner Interradien nicht weniger als 7 Poli'sche Blasen. Auch hier sind diejenigen, die dem Interradius der Madreporenplatte angehören, zu beiden Seiten des Steinkanales angebracht.

In allen beobachteten Fällen halten die Blasen an der interradialen Lagerung fest. Wo in einem Interradius, der nicht zugleich den Steinkanal beherbergt, mehr als eine Poli'sche Blase vorkommen, z. B. bei *Astropecten aurantiacus* (L.), verbinden sich, wie schon Konrad bemerkt hat, die Ausführungsgänge (Stiele) der einzelnen Blasen zu einem gemeinschaftlichen Kanale (III, 13), der in den Ringkanal mündet. Man wird also nicht fehl gehen, wenn man die Vermehrung der Poli'schen Blasen bei *A. aurantiacus* auf eine ein- oder mehrmalige Vergabelung einer ursprünglich einfachen Blasenanlage zurückführt. Ausnahmsweise soll es freilich nach Cuénot auch vorkommen, dass zwei Ausführungsgänge aus einer und derselben Blase entspringen. Im Interradius des Steinkanales münden nicht alle Blasen in denselben gemeinschaftlichen Ausführungsgang, sondern nur die an derselben Seite des Steinkanales gelegenen; es ist

also jederseits vom Steinkanal ein besonderer Ausführungsgang vorhanden.

Die Grösse der Blasen kann eine ziemlich beträchtliche sein. Tiedemann gibt sie bei *A. aurantiacus* (L.) zu 15 mm, Vogt und Yung (562) bei derselben Art zu 8 mm Länge und 5 mm Breite an. Durchweg haben sie eine längliche, birnförmige oder beutelförmige Gestalt und auch die Ausführungsgänge (Stiele) sind meistens von ansehnlicher Länge. In Folge ihrer Dünnheit ist die Wand der Bläschen stets mehr oder weniger durchscheinend. In ihrem feineren Baue (III, 5) lassen sich von innen nach aussen vier Schichten unterscheiden. Die innerste Schicht ist nach Vogt und Yung (562) ein Pflasterepithel, während sie nach Cuénot (93) aus einem bindegewebigen Fasernetz gebildet wird, in dessen Maschen Zellen liegen, die sich vermehren, mit gelbem Pigment beladen, amöboid werden und schliesslich in das Innere der Blase gelangen. Cuénot betrachtet demnach die innere Schicht als eine drüsige Lage, welche die Plasmodien producirt, die man in der Inhaltsflüssigkeit der Blase antrifft. Auf die innere Schicht folgt eine Ringmuskellage, dann eine Bindegewebsschicht und endlich das äussere bewimperte Peritonealepithel. Schon Tiedemann will ausser den Ringmuskelfasern auch Längsmuskelfasern bemerkt haben. Vogt und Yung erwähnen bei *Astropecten aurantiacus* keine Längsmuskelfasern, dagegen fand Cuénot, dass bei grösseren Arten, wie z. B. gerade bei *Astropecten aurantiacus* (L.), einzelne Bündel von Längsmuskelfasern dicht unter dem äusseren Epithel vorkommen, die er aber bei kleineren Arten ebenfalls vermisste. Auch Hoffmann (232) gibt bei *Asterias rubens* nur Ringmuskelfasern an.

6. Tiedemann'sche Körperchen.

An der der Leibeshöhle zugekehrten Wand des Ringkanales befindet sich in jedem Interradius in der Regel ein Paar (III, 12) von ungestielten (sitzenden), unregelmässig kugeligen, röthlichbraunen oder gelbbraunen, etwas schwammig aussehenden Anhangsgebilden, die zwar schon von Konrad (261) gesehen worden sind, aber dennoch und mit Recht zu Ehren Tiedemann's als Tiedemann'sche Körperchen bezeichnet werden, weil er (544) die erste nähere Beschreibung derselben gegeben und ihre Beziehung zum Ringkanal richtig erkannt hat. Soweit wir bis jetzt wissen, sind sie eine allen Seesternen ausnahmslos zukommende Einrichtung. Nur insofern bestehen Verschiedenheiten, als der Interradius der Madreporenplatte bald wie alle übrigen Interradien ein Paar dieser Organe besitzt (z. B. bei *Astropecten aurantiacus* (L.) und *Luidia ciliaris* (Phil.)), bald nur ein einziges, dann gewöhnlich rechts vom Steinkanal gelegenes Körperchen aufweist (z. B. bei *Asterias glacialis* O. F. Müll., *rubens* L., *Cribrella oculata* (Linck), *Echinaster sepositus* (Lam.), *Asterina gibbosa* (Penn.), *Crossaster papposus* (Linck)). Der Abstand der beiden zu einem Interradius gehörigen Körperchen von einander ist ebenso wie ihre stets un-

bedeutende Grösse (bei *Astropecten aurantiacus* 2—3 mm) je nach den Arten verschieden. Tiedemann lässt ganz richtig ein jedes der „braunen drüsenartigen Körperchen" mit einer einzigen Oeffnung in den Ringkanal des Wassergefässsystemes einmünden. Dieser Auffassung schlossen sich alle späteren Forscher an. Nur Semper*) stellte eine andere Behauptung auf; nach Injectionsbefunden an einer philippinischen *Pteraster*-Art kam er zu der Meinung, dass die Tiedemann'schen Körperchen in erster Linie nicht eine Ausstülpung des Wassergefässringes, sondern des oralen Perihämalkanales seien, in welche erst secundär Aussackungen des Wassergefässringes einwuchern. Nun hat zwar kein anderer Forscher bis jetzt dieselbe Art auf diese Frage untersucht. Jedoch konnte bei anderen Arten noch in keinem Falle irgend ein Zusammenhang der Tiedemann'schen Körperchen weder mit dem oralen Perihämalringe noch mit dem oralen Blutringe nachgewiesen werden. Bei *Asterias rubens* L. z. B. führt die Oeffnung, mit welcher jedes Körperchen in den Wassergefässring mündet, in ein sich sofort verästelndes System von Röhrchen, dessen Endzweige senkrecht gegen die Oberfläche des ganzen Körperchens aufsteigen um unter derselben blind zu endigen. Sämmtliche Hohlräume des Körperchens gehören diesem System an und nirgends tritt ein Zweig des Blutgefässringes oder seines Perihämalkanales in das Körperchen ein (III, 3). Das Körperchen besteht also aus einer beträchtlichen Anzahl von kleinen, mit ihren Wandungen verschmolzenen Röhrchen, deren Ausführungsgänge nach der Basis des Körperchens convergiren und zusammenfliessen. Die Innenfläche der Röhrchen ist von einem cubischen, nach Hamann (212) bewimperten Epithel bekleidet. Nach Cuénot (93) haben die Zellen dieses Epithels (III, 4) ein stark granulirtes Plasma, einen grossen Kern mit Kernkörperchen, sind mit gelbem Pigment beladen und entsenden im Leben zahlreiche amöboide Fortsätze. Von dem Epithel lösen sich die Zellen nach und nach ab und ballen sich im Lumen der Röhrchen zu Zellhäufchen zusammen, aus denen schliesslich die Zellen entstehen, denen man in der Inhaltsflüssigkeit des ganzen Wassergefässsystemes begegnet. Nach aussen von der inneren Epithellage besteht das Parenchym der Tiedemann'schen Körperchen durchaus aus feinfaserigem Bindegewebe, das keine Muskelfasern beherbergt und an der Ansatzstelle des Körperchens in das stärker gefaserte Bindegewebe übergeht, das den Wassergefässring umhüllt. Oberflächlich sind die Körperchen von dem wimpernden Epithel der Leibeshöhle überkleidet.

7. Füsschenkanäle.

Zwischen je zwei aufeinanderfolgenden unteren Quermuskeln der Wirbel entsendet der Radialkanal in die rechte und linke Hälfte des Antimers einen rechtwinkelig von ihm abgehenden Seitenast, den Füsschenkanal. Da jedes Füsschen seinen besonderen Kanal erhält, so

*) Reisen im Archipel der Philippinen, II. 1. Holothurien. 1868, p. 118.

stimmt die Zahl beider Organe überein. Die Ursprungsstellen der Füsschenkanäle vom Radialkanal liegen stets paarweise einander gegenüber. Ihr Verlauf ist nur von unbedeutender Länge, da sie sich geraden Weges zu den Ambulacralporen des Wirbelskeletes (s. S. 524) begeben und dort in die ins Innere des Armes aufsteigende Füsschenampulle einmünden. In ihrem feineren Bau stimmen die Füsschenkanäle mit dem Radialkanal überein, besitzen aber eine wohlausgebildete Lage von Ringmuskelfasern. Am Anfange des Füsschenkanales ist in seinem Inneren ein Taschenventil (Klappenapparat) angebracht, das von Jourdain (254) entdeckt und von Lange (276), mir (299), Hamann (212) und zuletzt von Cuénot (93) näher untersucht worden ist. Dasselbe (III, 13) ist bis jetzt genauer bekannt von *Asterias rubens* L., *Astropecten aurantiacus* (L.), *Echinaster purpureus* (Gray), *Luidia maculata* M. Tr. und *Asterias spirabilis* Bell (durch Perrier 418) und noch bei keiner Art mit Bestimmtheit in Abrede gestellt worden, scheint also eine allen Seesternen gemeinsame Einrichtung zu sein. Auch der Bau des Ventiles ist überall der gleiche. Es kommt dadurch zu Stande, dass sich eine kegelförmige seitliche Ausweitung des Radialkanals mit ihrer abgestutzten Spitze in das Anfangsstück des Füsschenkanals einsenkt und dort mit einer spaltförmigen, senkrecht gestellten Oeffnung mündet. Dadurch entsteht adoral und aboral von dem Spalt eine taschenförmige Bucht, bei deren stärkerer Füllung die beiden Ränder des Spaltes einander genähert und schliesslich aneinander gepresst werden. Sonach ist der Bau des Ventiles geeignet, der Wasserflüssigkeit nur in der vom Radialkanal zum Füsschenkanal führenden Richtung ungehinderten Durchgang zu gestatten, bei entgegengesetzter Richtung aber den Weg zu versperren. Die Wand des Ventiles ist auf ihren beiden Oberflächen von demselben Epithel bekleidet wie die Innenfläche des Radialkanales und des Füsschenkanales und besteht im Uebrigen aus einer dünnen Bindegewebsschicht, die, wie Hamann (212) fand, auch Muskelfasern beherbergt, die ringförmig die Oeffnung des Ventiles umkreisen und demnach als Schliessmuskel functioniren.

8. Füsschenampullen.

Sobald ein Füsschenkanal an seinem Ambulacralporus angelangt ist, theilt er sich in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast. Dieser dringt in das Innere des Füsschens ein, jener aber tritt durch den Ambulacralporus in das Innere des Armes und schwillt hier sofort zu einem mehr oder weniger kugeligen Säckchen an, das als Füsschenampulle bezeichnet wird. Ihr Entdecker ist Réaumur (445), der sie als „boules" bezeichnete und ihre Beziehung zur Thätigkeit der Füsschen richtig erkannte. In der von Linck (284) herausgegebenen lateinischen Uebersetzung der Réaumur'schen Abhandlung begegnen wir ihnen als „pilae" (Bälle), während Linck selbst sie „utriculi" oder „receptacula" nennt. Kade (257) kennt sie von *Asterias rubens* und Fabricius (131) beschreibt

sie als „globuli". Weiterhin stellte Konrad (261) fest, dass ihre Wandung mit Ringmuskelfasern ausgestattet ist. Tiedemann (544) schrieb den „Bläschen der Füsschen", wie er sie nennt, nach aussen von der Ringmuskelschicht auch noch eine Lage von Längsmuskelfasern zu. Die neueren Forscher, insbesondere Hoffmann (232), Teuscher (536), Vogt und Yung (562) und Cuénot (93) konnten aber die Längsmuskellage nicht bestätigen, sondern sind übereinstimmend zu dem Ergebniss gelangt, dass nach aussen auf das innere Epithel eine kräftig entwickelte Ringmuskelschicht, dann eine Bindegewebslage und schliesslich ein äusserer peritonealer Epithel-Ueberzug folgt. Die Form der Ampullen ist übrigens nicht bei allen Arten dieselbe. Schon Konrad bemerkte, dass sie z. B. bei *Astropecten aurantiacus* zweitheilig geworden sind, und Tiedemann spricht aus demselben Grunde bei der genannten Art von „Doppelbläschen". Neuerdings hat Cuénot (93) auch diesem Punkte seine Aufmerksamkeit geschenkt und gefunden, dass die Ampullen bei *Asterias* einfach kugelig sind. Bei *Cribrella, Echinaster* und *Luidia* sind sie in der Querrichtung des Armes in die Länge gezogen und zugleich in ihrer Mitte leicht eingeschnürt, sodass sie einen zweilappigen Umriss erhalten. Bei *Asterina, Crossaster, Palmipes, Pentaceros, Gymnasteria, Culcita* dringt jene Einschnürung tiefer in die Ampulle ein und zerlegt sie in zwei Säcke, die nur an ihrer Basis miteinander communiciren; nur an der Ampulle des ersten Füsschens unterbleibt die Einschnürung. Bei *Astropecten* endlich ist die Zerlegung der Ampulle in zwei Säcke noch deutlicher als bei den vorhin genannten Gattungen ausgeprägt und erstreckt sich hier auch auf die Ampulle des ersten Füsschens. — Ueber die Function der Ampullen s. das Kapitel Physiologie.

9. Füsschen.

Die Füsschen*) der Seesterne wurden schon im 16. Jahrhundert von Belon (60) als „promuscides" beschrieben und richtig als Bewegungsorgane aufgefasst. Im Anfange des 18. Jahrhunderts werden sie von Lhwyd (Luidius) (320) und Rumph (458) erwähnt; aber erst Réaumur (445) erkannte ihre regelmässige Anordnung, ihre Lagebeziehung zu den Ambulacralporen des Skeletes und ihre Verbindung mit den Füsschenampullen. Da er seine Untersuchungen an einer *Asterias*-Art anstellte, so ist es vollkommen zutreffend, wenn er sie als vierreihig schildert. Die späteren Forscher des 18. Jahrhunderts Kade (257), Linck (284), Plancus (433), Fabricius (131) bestätigten die Angaben Réaumur's, nur wollte Linck, dem sich im Anfange unseres Jahrhunderts auch noch Cuvier (102) anschloss, in ihnen weniger Bewegungs- als Tastorgane sehen; überdies meint Linck, dass sie auch dazu bestimmt seien, die

*) Die französischen Forscher pflegen auch noch neuerdings die Füsschen als „ambulacres" zu bezeichnen, während die Zoologen anderer Nationen unter Ambulacren den ganzen von den Füsschen eingenommenen Bezirk der Antimeren verstehen.

Nahrung an den Mund heranzuführen und so als eine Art von kleinen Zungen („lingulae“) zu dienen. Dem gegenüber betonten Konrad (261) und Tiedemann (544) mit Recht, dass sie in erster Linie als Locomotionswerkzeug functioniren, womit ja ihr Tastvermögen keineswegs ausgeschlossen ist. Wenn aber Tiedemann, weil er bei *Astropecten aurantiacus* nur zwei Füsschenreihen antraf, die Réaumur'sche Angabe von der Vierreihigkeit der Füsschen bezweifeln zu müssen glaubte, so übersah er, dass schon Linck darauf hingewiesen hatte, dass es Arten mit vier und andere mit zwei Füsschenreihen giebt. Auch Konrad hat diese Verschiedenheit in der Füsschen-Anordnung wohl bemerkt. Bereits bei Betrachtung des Ambulacralskeletes haben wir (s. S. 524) die biseriate und quadriseriate Stellung der Füsschen kennen gelernt und werden in einem späteren Kapitel auf deren Bedeutung für die Systematik zurückkommen müssen*). Für die morphologische Betrachtung genügt es hier nochmals zu betonen, dass die Füsschen in Zahl und Stellung mit den Ambulacralporen des Skeletes übereinstimmen, durch welche sie ihre Ampulle in das Arminnere entsenden.

Ebenso wie die Zahl der Wirbel nimmt auch die Zahl der Füsschen mit dem Alter des Thieres zu: die jüngsten, zuletzt entstandenen, liegen stets der Armspitze zunächst. In der Grösse nehmen sie nach der Armspitze hin immer mehr ab. In ausgestrecktem Zustande können sie bei grösseren Arten eine Länge von mehreren Centimetern aufweisen. Werden sie contrahirt, so können sie sich so stark verkürzen, dass sie den Rand der Ambulacralfurche nicht mehr überragen und von den Adambulacralstacheln schützend überdeckt werden. In ihrer Form sind sie durchweg cylindrisch mit abgestutztem oder mit kegelförmig verjüngtem freien Ende. Letzteres ist namentlich bei den Astropectiniden der Fall. Die Füsschen der übrigen Familien endigen in der Regel mit einer deutlichen Saugscheibe, deren Querdurchmesser oft den Querdurchmesser des Füsschen übertrifft; in diesem Falle erscheint die Endscheibe mehr oder weniger scharf vom Füsschen abgesetzt. Bei dem Mangel einer Saugscheibe können sich die Füsschen der Astropectiniden nur dadurch festhalten, dass ihre kegelförmige Spitze sich vorübergehend zu einem Saugorgan umgestaltet. Wie das geschieht, ist freilich noch nicht befriedigend klargestellt. Die Angaben der Autoren schwanken darüber. Während die einen, nach Tiedemann's Vorgange, behaupten, dass die Spitze selbst eine vorübergehende grübchenförmige Einsenkung oder tellerförmige Abflachung erfahre, die dann als Saugscheibe diene, geben Romanes und Ewart (455) an, dass es eine Seitenfläche des kegelförmigen Füsschenendes sei, die sich nach Art einer Saugscheibe an die Unterlage anpresse. (Vergleiche das Kapitel Physiologie.)

*) Die Seesterne mit biseriater Füsschenanordnung nennt Sladen (503) *Eurystroteria*, die mit quadriseriaten Füsschen *Leptostroteria* (die Bezeichnungen sind abgeleitet von: εὐρύς weit, weitauseinander gerückt; λεπτός eng, engzusammengerückt; στρωτήρ Querbalken, Latte, hier mit Bezug auf die Ambulacralstücke gebraucht).

Den feineren Bau der Füsschen haben Greeff (182), Hoffmann (232), Teuscher (536), ich*) (und 299), Hamann (211, 212), Niemiec (384) und Cuénot (93, 99) untersucht. Von aussen nach innen unterscheidet man vier Hauptschichten: ein äusseres Epithel, eine Bindegewebsschicht, eine Muskelschicht und ein inneres Epithel. Das äussere Epithel ist ein Teil des allgemeinen Körperepithels (s. S. 506). Die zwischen seinen Stützzellen vorkommenden Sinneszellen, sowie die in der Tiefe des Epithels gelegenen Nerven haben wir schon bei Betrachtung des Nervensystemes (s. S. 552) kennen gelernt. Auch Drüsenzellen sind von Teuscher und Hamann zwischen den übrigen Epithelzellen beobachtet worden. Die dann folgende kräftige Bindegewebsschicht, von der Niemiec im Gegensatze zu allen anderen Forschern behauptet, dass sie ganz allmählich in die Epithelschicht übergehe, statt scharf von derselben abgesetzt zu sein, ist eine Fortsetzung der Lederhaut und besteht wie diese aus Grundsubstanz, Fasern und Zellen. Die Fasern sind häufig in zwei Lagen geordnet; eine äussere Längsfaserlage und eine innere Querfaserlage. Greeff hatte die Fasern der Bindegewebsschicht irrthümlich für Muskelfasern gehalten und demgemäss eine äussere Längs- und eine innere Ringmuskelschicht an den Füsschen beschrieben. Bei einzelnen Arten sind der Bindegewebsschicht, die sich am freien Ende der Füsschen verdickt, auch noch Kalkkörperchen eingelagert (s. S. 520). Nach innen wird die Bindegewebsschicht von einer feinen hyalinen Membran begrenzt, deren Gegenwart Niemiec und Hamann festgestellt haben; man wird sie wohl als die äusserste Grenzschicht des in das Füsschen eingetretenen Wassergefässzweiges ansehen dürfen. An sie legt sich nach innen eine wohlausgebildete Schicht von Längsmuskelfasern an, die Greeff irrthümlicherweise für elastische Fasern erklärt hatte. Nach der Füsschenspitze hin nimmt diese Muskelschicht an Dicke ab. Sind die Füsschen mit einer Saugscheibe ausgestattet, so convergiren die Muskelfasern nach deren Mittelpunkt; überdies sollen nach Cuénot (99) in der Saugscheibe auch noch besondere radiärgestellte Muskelbündel vorkommen. Das innere Epithel, dessen Wimperung schon Sharpey (490, Vol. I) beobachtet hat, stimmt in seiner Zusammensetzung mit dem inneren Epithel der übrigen Wassergefässkanäle überein. — Ueber die in der Wand der Füsschen beobachteten Blutgefässe vergl. das Kapitel Blutgefässsystem; über die Function der Füsschen vergl. das Kapitel Physiologie.

Bei Seesternen, deren Füsschen eine Saugscheibe besitzen, zeichnen sich die jüngsten, in der Nähe des Fühlers stehenden Füsschen durch den Mangel der Saugscheibe und durch stärkere Entwicklung ihrer ectodermalen Nervenschicht (s. S. 553) aus. An der Fortbewegung des Thieres betheiligen sie sich nicht, sondern führen nur tastende Bewegungen aus. Hamann (211, 212) hat sie aus diesen Gründen als Tastfüsschen unterschieden. Nach Möbius und Bütschli (366), die sie schon früher

*) Beiträge zur Anatomie der Crinoideen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXVIII, 1877.

als Tastorgane aufgefasst haben, sollen sie bei *Crossaster papposus* (Linck) auf ihrer Oberfläche „mit Wärzchen besetzt sein, auf denen kleine Spitzchen und einzelne starre Haare stehen, bis zu welchen im Inneren der Wärzchen feine Nervenfasern verlaufen".

10. Fühler.

Ueber die Geschichte, Lage und Form der Fühler, ihre Beziehung zu den Augen und den Bau ihrer nervösen, äusseren Epithellage haben wir uns bereits im Kapitel Nervensystem unterrichtet (s. S. 553). Die übrigen Schichten ihrer Wandung sind dieselben wie an den Füsschen. Von aussen nach innen folgt auf die Nervenschicht des äusseren Epithels zunächst eine mässig entwickelte Bindegewebslage, dann eine Schicht von Längsmuskelfasern, die von der Bindegewebsschicht durch eine feine hyaline Membran getrennt ist, und endlich das innere, wimpernde Epithel des radialen Wassergefässkanales. Wilson (575) wollte nach aussen von der Längsmuskelschicht auch noch eine Ringmuskellage beobachtet haben, die aber thatsächlich nicht vorhanden ist.

11. Inhaltsflüssigkeit des Wassergefässsystemes.

Der Inhalt des ganzen Wassergefässsystemes wird von einer wasserklaren Flüssigkeit gebildet, die nach Cuénot (93) aus Seewasser besteht, dem eine geringe Menge eiweissartiger Stoffe beigemengt ist. In ihr schwimmen zahlreiche Zellen, denen derselbe Forscher den Namen „Amöbocyten" beigelegt hat, weil sie in Form und Bewegung an Amöben erinnern. Die Zellen haben eine Grösse von 5—6 μ, besitzen einen im Leben schwer zu sehenden Kern und bewegen sich lebhaft mit Hülfe sehr langer Pseudopodien, die meistens in beträchtlicher Zahl zur Ausbildung gelangen, einfach oder verästelt sind und bald völlig voneinander gesondert bleiben, bald durch Anastomosen sich miteinander in mannigfacher Weise in Verbindung setzen. Das Plasma der Pseudopodien ist stets von hyaliner Beschaffenheit, während das Plasma des Zellleibes ein granulirtes Aussehen hat und kleine, stark glänzende, gleichmässig vertheilte Pigmentkörnchen beherbergt. In der Regel sind die Pigmentkörnchen lebhaft gelb, selten (z. B. bei *Cribrella oculata*) violett, oder (z. B. bei *Astropecten spinulosus*) schwärzlich. Im Alter verlieren die Zellen nach und nach ihr ganzes Pigment, während sie in der Jugend reichlich damit ausgestattet sind. Ausser dem Pigment kommen in den Zellen auch oft ein oder mehrere Vacuolen vor, die mit einer sehr blass violetten Flüssigkeit erfüllt sind. Nur selten trifft man die eben beschriebenen Zellen isolirt an. Meistens sind sie in geringerer oder grösserer Anzahl zu Plasmodien vereinigt, die bis zu 1,5 mm gross sein können. Früher hatte Hoffmann (232) auch noch runde, kernhaltige oder kernlose, der Pseudopodien entbehrende, zellige Elemente in der Wassergefässflüssigkeit der Seesterne beschrieben, die aber nach Cuénot theils abnorme Gebilde (Zelltrümmer, abgerissene Zellen etc.), theils ganz

frühe (noch pseudopodienlose) Jugendzustände der Amöbocyten darstellen. Darin aber stimmen beide Forscher überein, dass die Inhaltsflüssigkeit des Wassergefässsystemes überhaupt mit derjenigen der Leibeshöhle und der Blutbahnen vollkommen gleichartig ist.

VII. Verdauungsorgane.

Die Verdauungsorgane, um deren macroscopische Erforschung sich namentlich Konrad (261), Tiedemann (544), Müller und Troschel (375) und Cuénot (93) verdient gemacht haben und deren feinerer Bau besonders durch Hamann (212) und Cuénot (93) untersucht worden ist, beginnen mit dem in der Mitte der Mundhaut, am unteren Ende der Hauptaxe, gelegenen Munde. Von ihm führt eine kurze, senkrechte Speiseröhre in den geräumigen, centralen Magen, der sowohl grössere radial als kleinere interradial gerichtete Blinddärme abgibt und dorsalwärts entweder (bei der Familie der Astropectiniden) blind geschlossen endigt oder (bei den übrigen Familien) durch einen kurzen Enddarm mit einem neben dem oberen Ende der Hauptaxe befindlichen After in Verbindung steht. Durch mesenteriale Aufhängebänder ist der ganze Verdauungsapparat an die Wand der Leibeshöhle befestigt.

1. Der Mund und die Mundhaut.

Das von den Skeletstücken des Peristoms (s. S. 527) umstellte Feld ist vom Ringnerven bis zu der im Mittelpunkte des Feldes gelegenen kreisrunden Mundöffnung von einer in der Ruhelage horizontal gespannten Membran eingenommen, die als Mundhaut bezeichnet wird. Sie mit Cuénot als horizontalen Theil der Speiseröhre aufzufassen, scheint mir keine Veranlassung zu sein. Von aussen nach innen besteht die Mundhaut aus denselben Schichten wie die Körperwand, nur sind diese Schichten zum Theil erheblich dünner und es fehlen insbesondere die Skeletstücke der Bindegewebsschicht, die der Körperwand ihre Dicke und Festigkeit verleihen. Wir treffen also unter dem äusseren Epithel und seiner feinen Basalmembran als Fortsetzung der Lederhaut eine Bindegewebslage, dann eine Ringmuskellage, weiter eine Längsmuskellage und endlich das wimpernde Epithel der Leibeshöhle. Das äussere Epithel stimmt in seinem Baue mit dem übrigen äusseren Epithel der Körperwand überein, ist bewimpert und verdickt sich (nach Hamann) in der nächsten Nähe des Mundes zu einem diesen umkreisenden Ringwulst. Zwischen den Basalfortsätzen seiner Zellen liegen die uns bereits bekannt gewordenen Nervenzüge, die sich in jenem Wulste zu einem Ringe ordnen (s. S. 551). In der Bindegewebslage hebt Hamann den Reichthum an Wanderzellen hervor. Die Fasern der Ringmuskelschicht bilden in ihrer Gesammtheit einen kräftigen Schliessmuskel des Mundes. Die schwächer entwickelten, radiär zur Mundöffnung gerichteten Längsmuskelfasern waren Hoffmann (232) entgangen und sind erst durch Teuscher (536) und Hamann aufgefunden worden.

2. Die Speiseröhre.

Der Mund führt in eine kurze, je nach dem Contractionszustande weite oder enge, senkrecht aufsteigende, auch einfach als Schlund bezeichnete Schlund- oder Speiseröhre, die nach Cuénot's Beobachtungen bei den Gattungen *Echinaster* und *Cribrella* (vielleicht auch bei *Culcita, Pentaceros* und *Gymnasteria*) ringsum mit zehn taschenförmigen Ausbuchtungen besetzt ist, die er Schlundtaschen („poches oesophagiennes") nennt. Diese sonst fehlenden Taschen sind so vertheilt, dass fünf davon in radialer und fünf andere, damit abwechselnde in interradialer Richtung stehen. Bei *Echinaster* haben sie eine Länge von 4—5 mm und sind ebenso wie die Schlundröhre selbst von rothbrauner Farbe; ihre Wandung ist in zahlreiche Falten gelegt. Die Innenfläche der Speiseröhre ist im Uebrigen ziemlich glatt. Ihre Wandung setzt sich von innen nach aussen aus einem inneren, einer hyalinen Basalmembran aufsitzenden, hohen Wimperepithel, einer Bindegewebsschicht, einer Ringmuskellage, einer Längsmuskellage und dem wimpernden Epithel der Leibeshöhle zusammen. Alle diese Schichten sind unmittelbare Fortsetzungen der entsprechenden Schichten der Mundhaut. Zwischen den Zellen des inneren Epithels kommen nach Hamann und Cuénot dieselben becherförmigen einzelligen Schleimdrüsen wie in dem Körperepithel vor; besonders häufig begegnet man ihnen nach dem zuletzt genannten Forscher in den Schlundtaschen von *Echinaster*. Ebenderselbe behauptet, dass auch diese Drüsenzellen auf ihrem freien Ende je zwei bis drei Wimperhaare tragen, dagegen der cuticularen Deckplatte*) der übrigen Epithelzellen entbehren. Der Kern der becherförmigen Drüsenzellen befindet sich im Anfangstheile des verjüngten, schliesslich fadenförmigen Eortsatzes derselben, der wie im Körperepithel bis zur Basalmembran der Epithellage reicht. Nach Cuénot besitzt das innere Epithel des Schlundrohres auch noch eine andere Sorte von Drüsenzellen, die er als granulirte Zellen bezeichnet. Sie haben eine gestreckte, schlauchförmige Gestalt und reichen von der auch sie überlagernden Cuticula bis zur Basalmembran des Epithels; erst in der Nähe ihrer Basis verjüngen sie sich fadenförmig. In ihrem schlauchförmigen Hauptabschnitte, dem am freien Ende ein oder zwei Wimperhaare aufsitzen, führen sie einen länglichen, mit Kernkörperchen ausgestatteten Kern. Ihr Plasma ist netzförmig angeordnet und umschliesst in den Maschen seines Netzes kleine, glänzende Körperchen, die im Leben meistens blassgelb, seltener leicht purpurn oder bräunlich gefärbt sind. Die Körnchen entstehen nach Cuénot ursprünglich in den Strängen des Plasma's selbst und gelangen erst später in die Maschen desselben. Im Ganzen erinnern diese Körnerzellen an die von demselben Forscher entdeckten „maulbeerförmigen Zellen" des Körper-

*) Nach Hamann (212) und Frenzel (153) besteht die seither als Cuticula gedeutete Lage des ganzen Darmepithels eigentlich aus einem den Wimpern angehörigen „Stäbchensaum". Vergl. auch: Frenzel, Zum feineren Bau des Wimperapparates. Arch. f. micr. Anat. Bd. 28, 1886, p. 53.

epithels (s. S. 507), sind aber doch nicht ganz identisch damit, da ihre Körnchen sich gegen Reagentien anders verhalten als die Körnchen jener. Cuénot ist der Ansicht, dass die Körnerzellen die eigentlichen Verdauungsdrüsen der Seesterne darstellen. Wie die Körnchen aus den Zellen entleert werden, vermochte er indessen nicht festzustellen. — Ueber die in der Tiefe des Schlundröhrenepithels befindlichen Nervenzüge vergl. S. 551.

3. Der Magen.

An die Speiseröhre schliesst sich der geräumige, sackförmige, dünnwandige Magen, der fast das ganze Innere der Scheibe einnimmt (V, 1). Seine Innenfläche zeigt stets, wie schon Tiedemann bei *Astropecten aurantiacus* (L.) beschrieben hat, zahlreiche gröbere und feinere Faltenbildungen der Schleimhaut. Bei allen mit einem After versehenen Arten wird er nach Müller und Troschel durch eine bei den afterlosen fehlende Kreisfalte in einen unteren und oberen Abschnitt zerlegt. Seine Wand wird von innen nach aussen gebildet von einem inneren Epithel, einer Bindegewebsschicht, einer Muskelschicht und dem wimpernden Peritonealepithel. Das hohe wimpernde Innenepithel, dessen Wimperung schon Sharpey (490, Vol. I) bemerkte, besteht aus langen, cylindrischen bis fadenförmigen Zellen, die je eine Wimper besitzen, ihre ovalen Kerne in verschiedener Höhe tragen und bis zur hyalinen Basalmembran des Epithels reichen. Es geht ohne scharfe Grenze in das Innenepithel des Schlundrohres über, unterscheidet sich aber von diesem durch grösseren Reichthum an Drüsenzellen. Von solchen finden sich nach Cuénot erstens in spärlicher Vertheilung dieselben Becherdrüsen wie sie im Schlunde vorkommen, zweitens und in grösserer Menge die dort weniger häufigen Körnerzellen, deren Inhaltskörnchen hier nach Cuénot bei *Echinaster* und *Cribrella* durch ihre Grösse auffallen, sodass die Zellen erst recht den „maulbeerförmigen Zellen“ des Körperepithels ähnlich sehen. Wesentlich anders als Cuénot schilderte vor ihm Hamann die von ihm überhaupt zuerst aufgefundenen, noch von Teuscher vergeblich gesuchten Drüsenzellen des Magenepithels. Während er (bei *Asterias rubens* L.) der Becherdrüsen hier gar keine Erwähnung thut, beschreibt er die später von Cuénot als Körnchenzellen bezeichneten als schlauchförmige Zellen, die mit einem feinkörnigen Plasma gefüllt sind und durch eine Anschwellung ihres basalen, den auffallend grossen Kern umschliessenden Bezirkes etwa die Form einer langhalsigen Flasche haben; einen Basalfortsatz gibt er an denselben nicht an. Die Drüsenzellen des Magens hat endlich neuerdings auch Frenzel (153), freilich ohne Kenntniss der Cuénot'schen Arbeit, untersucht. Soweit sich aus seiner Darstellung schliessen lässt, sind die „farblosen Wanderzellen“, die er im Magenepithel von *Asterias rubens* und *Astropecten bispinosus* beschreibt, identisch mit Cuénot's Körnerzellen. Sie sind nach ihm mit „farblosen Kugeln“ gefüllt, die später zusammenfliessen und schliesslich nur noch

einen einzigen grossen Secrettropfen darstellen. Mir will es so vorkommen, als vermenge Frenzel hier die Becherzellen mit den Körnerzellen, wenigstens weiss ich seine Abbildung kaum anders mit den Angaben Cuénot's zu vereinbaren als durch die Annahme, dass die Zellen, die Frenzel als eine durch Zusammenfluss der Kügelchen entstandene Endform in der Entwicklung seiner „Wanderzellen" ansieht, identisch sind mit Cuénot's becherförmigen Schleimzellen. Nach seiner Darstellung müsste man also annehmen, dass Cuénot's Körnerzellen sich schliesslich zu becherförmigen Zellen verwandeln, beide von Cuénot unterschiedene Sorten von Drüsenzellen des Magenepithels demnach nur verschiedene Zustände derselben Drüsenart vorstellen. Ausserdem bemerkte Frenzel bei *Asterias rubens* eine zweite Art seiner „Wanderzellen", die sich von den anderen durch grössere Feinheit ihrer Inhaltskügelchen unterscheiden; wahrscheinlich sind damit jüngere Zustände der Cuénot'schen Körnerzellen gemeint. Indessen werden doch wohl erst erneuerte Untersuchungen die nöthige sichere Aufklärung über das Verhältniss der Frenzel'schen Angaben zu denjenigen Cuénot's erbringen können. — Ueber die Nervenschicht in der Tiefe des Magenepithels s. S. 551. — In der dünnen Muskelschicht der Magenwand sollen nach Hoffmann (232) bei *Asterias rubens* die Muskelfasern ohne bestimmte Regel sich in verschiedenen Richtungen kreuzen. Hamann dagegen bemerkte bei derselben Art, dass sie sich entsprechend den Verhältnissen in der Schlundwandung zu einer inneren Ringmuskellage und einer äusseren Längsmuskellage anordnen.

4. Die radialen Blinddärme.

Der Magen entsendet bei allen Seesternen*) in jeden Arm ein Paar von Blinddärmen (V, 1), die sich symmetrisch zur Medianebene des Antimers anordnen und an dessen Rückenwand befestigt sind (s. S. 588). Sie entstehen als Ausstülpungen der Magenwand und sind im fertigen Zustande selbst wieder mit zahlreichen, secundären und tertiären Aussackungen besetzt. Nach dem Vorgange von Müller und Troschel werden sie als Radialblinddärme bezeichnet. Kade (257) hat sie zuerst bei *Asterias rubens* L. beschrieben und abgebildet, blieb aber über ihre Beziehung zum Magen noch im Unklaren. Erst Cuvier (101) erkannte ihre wahre Natur als Blinddärme und ihr regelmässiges Auftreten in ebensoviel Paaren als Antimeren vorhanden sind. Spix (512) deutete sie als Lebern. Konrad schloss sich ebenso wie später von Siebold (492) dieser Ansicht an und beschrieb die Organe („appendices ventriculi") insbesondere von *Asterias glacialis* O. F. Müll. Tiedemann dagegen lehnte die Spix'sche Deutung sehr entschieden ab. Bei *Astropecten aurantiacus* (L.), auf den

*) Wie Cuénot (99) zu der Angabe kommt, dass *Hymenodiscus* der radialen Blinddärme entbehre, ist mir unerklärlich, da Perrier, der einzige Forscher, der diese Form untersucht, sie bei seinem *Hymenodiscus agassizii* beschreibt und abbildet (vergl. Perrier [410], p. 193, Taf. I, Fig. 3).

sich seine ausführliche Schilderung bezieht, reichen die Blinddärme etwa bis zum Beginne des letzten Drittels oder Viertels der Arme. Jeder Blinddarm besteht aus einer röhrenförmigen Längsaxe, die mit weiter Oeffnung in den Magen mündet und jederseits alternirende Seitenäste in querer Richtung abgibt, die selbst wieder mit zahlreichen, rundlichen Ausbuchtungen besetzt sind. Zahl und Grösse der Queräste nehmen mit dem Alter des Seesternes zu, sodass z. B. bei grossen Exemplaren der genannten Art an jedem Blinddarm 2 × 40, bei kleineren aber nur 2 × 28 Queräste gezählt wurden. Das Anfangsstück der röhrenförmigen Längsaxe bleibt aber immer, bei alten wie bei jungen Thieren, eine kurze Strecke weit ganz frei von Seitenästen. An der Unterseite sackt sich die Längsröhre eines jeden Blinddarmes in ihrem proximalen Abschnitte zu einem beutelförmigen Anhange aus, der erst von Tiedemann bemerkt wurde; ich möchte ihm deshalb den Namen Tiedemann'sche Tasche beilegen. Müller und Troschel haben dieser Tasche keine weitere Beachtung geschenkt, wohl aber in anderer Richtung unsere Kenntniss der radialen Blinddärme bereichert. Sie fanden, dass bei den mit einem After ausgestatteten Arten die Blinddärme stets von dem oberhalb der Kreisfalte gelegenen Abschnitte des Magens entspringen, und wiesen darauf hin, dass die beiden Längsröhren eines jeden Paares zwar meistens (z. B. bei *Astropecten, Luidia, Archaster, Culcita*) gesondert (IV, 8) aus dem Magen austreten, in anderen Fällen aber (z. B. bei *Asterias*) mit einem kurzen, gemeinschaftlichen, genau radial gelegenen Stücke (V, 1) entspringen, das sich dann in die beiden Längsröhren gabelt. Auffallend kurz, sodass sie nur bis an die Basis der Arme reichen, sind die gesondert entspringenden Blinddärme bei Studer's (526) Gattung *Cheiraster* und bei seinem *Luidiaster hirsutus*. Weitere Beiträge zur macroscopischen Morphologie der Radialblinddärme hat in neuerer Zeit Cuénot geliefert. Bei *Astropecten bispinosus* (Otto), *spinulosus* (Phil.) und *jonstoni* (Delle Chiaje) reichen sie nach seinen Befunden nur bis zum zweiten Drittel der Arme. Auch bei *Palmipes membranaceus* Linck zeichnen sie sich durch ihre verhältnissmässige Kürze aus. Die Tiedemann'schen Blinddarmtaschen, die Cuénot als „réservoirs du coecum radial“ bezeichnet, fand er besonders gut entwickelt in den Familien der Echinasteriden und Asteriniden, wo sie sich über die Hälfte bis drei Viertel der Länge der Blinddärme ausdehnen und zahlreiche, in gleichen Abständen stehende, schiefe Einfaltungen ihrer Wandung besitzen.

Im Baue ihrer dünnen Wandung schliessen sich die Blinddärme im Allgemeinen dem Magen an, von dem sie ja durch Ausstülpung ihre Entstehung genommen haben. Wir treffen also auch hier von innen nach aussen ein wimperndes Innenepithel, eine Bindegewebsschicht, eine Muskelschicht und einen wimpernden, peritonealen Epithelüberzug. Die Bindegewebsschicht zeichnet sich durch ihre Dünnheit aus. Die Muskelschicht soll nach Cuénot völlig in Wegfall gekommen sein, während Hamann sie aus einer inneren Ringfaserlage und einer äusseren Längs-

faserlage zusammengesetzt sein lässt. Das innere Epithel ist ein hohes, aus langgestreckten Zellen gebildetes Wimperepithel, dessen Wimperung durch Sharpey (490, Vol. I) entdeckt wurde. In seiner Tiefe verlaufen die uns schon bekannten Nervenzüge (s. S. 551). Nach Cuénot beherbergt es dieselben beiden Arten von Drüsenzellen: becherförmige Schleimzellen und Körnerzellen, wie das Innenepithel des Magens; letztere sind aber in solcher Menge vorhanden, dass sie, abgesehen von den Becherzellen, das ganze Epithel zusammensetzen. Nach Hamann sind aber, im Gegensatze zu Cuénot's Beschreibung, die Becherzellen nicht mit einem Basalfortsatz ausgestattet, sondern glatt abgerundet; da er sie kleiner in der Tiefe des Epithels, grösser an der Oberfläche desselben antraf, so schliesst er daraus, dass sie allmählich unter Grössenzunahme aus der Tiefe in die Höhe rücken. Nur an den schon oberflächlich gelagerten konnte er eine feine Oeffnung erkennen. Ihr noch in der Zelle befindliches Secret beschreibt er als eine stark lichtbrechende Flüssigkeit, ihr fein granulirtes, den grossen Kern umhüllendes Plasma als netzförmig. Er erwähnt nur diese eine Sorte von Drüsenzellen, scheint also die später von Cuénot unterschiedenen Körnerzellen für indifferente Epithelzellen zu halten. Nach Frenzel (153) sind die Zellen des inneren Epithels sogar sammt und sonders von gleicher Beschaffenheit; er scheint demnach die Becherzellen überhaupt nicht wahrgenommen zu haben. Bei *Astropecten bispinosus* ist der Inhalt der Zellen gelblich oder braungrün oder braun und mit Fetttröpfchen untermischt; bei *Astropecten aurantiacus* fand er sie mit kleinen braunen Kugeln und mit farblosen Fetttröpfchen oder nur mit den letzteren erfüllt. Bei *Asterias rubens* sollen die Zellen weniger fettreich sein und bald mehr bräunlich, bald mehr grünlich gefärbte Inhaltskugeln besitzen. Durch die gefärbten Einschlüsse der Zellen wird es bedingt, dass die Blinddärme am frisch untersuchten Seestern gewöhnlich eine gelbliche, bräunliche oder grünliche Farbe aufweisen, die sich vorzugsweise an den Nebenbuchten der Queräste ausprägt.

Sämmtliche Forscher stimmen darin überein, dass man im Inneren der Blinddärme niemals aufgenommene Nahrungstheile antrifft, nur in den Tiedemann'schen Taschen haben Vogt und Yung (562) zuweilen feste Nahrung vorgefunden. Tiedemann schildert den Inhalt der Blinddärme bei *Astropecten aurantiacus* als eine grauweisse Flüssigkeit, während er den Inhalt der Taschen als eine gelbliche Flüssigkeit bezeichnet. Im Kapitel Physiologie wird Gelegenheit sein näher auf den Inhalt der Blinddärme zurückzukommen.

5. Die interradialen Blinddärme.

An der Dorsalseite des Magens liegt eine zweite Serie von Blinddärmen (V, 1), die stets in ihrer Grösse hinter den Radialblinddärmen zurückbleiben und mitunter (so bei der Gattung *Luidia*) auch ganz fehlen können. Sie wurden von Konrad bei verschiedenen Arten entdeckt und von *Asterias glacialis* O. F. Müll. abgebildet; er nennt sie „appendiculae

ad fundum ventriculi positae". Tiedemann beschrieb sie von *Astropecten aurantiacus* (L.) als zwei gewundene Anhänge des Magens. Auch Delle Chiaje (83) und Sharpey (490, Vol. II) haben diese Organe nicht unbemerkt gelassen, aber erst Müller und Troschel theilten Näheres über ihre macroscopischen Verhältnisse mit. Sie bezeichneten sie wegen ihrer Anordnung als interradiale Blinddärme oder, bei den einen After besitzenden Arten, auch als Mastdarmblinddärme, da sie bei diesen eigentlich nicht direct vom Magen, sondern von dem kurzen Enddarm entspringen. Sie bestätigten die Angabe Tiedemann's, dass bei *Astropecten aurantiacus* nur zwei vorhanden sind, und machten auf ihr Fehlen bei *Luidia* aufmerksam. Bei *Asterias, Crossaster* und *Hippasteria plana* (Linck) fanden sie die Interradialblinddärme als zwei verästelte Stämme entwickelt. Aehnlich fand ich (300) sie bei *Brisinga coronata* Sars, bei welcher Art G. O. Sars (464) irrthümlich ihre offene Verbindung mit dem Darmsystem geleugnet hatte. Bei *Archaster typicus* M. & Tr. und *Culcita coriacea* M. & Tr. sind deren fünf vorhanden, die sich an ihrem distalen Ende gabeln und mit ihren Gabelästen das interbrachiale Septum zwischen sich nehmen. Bei *Culcita coriacea* (IV, 8) erlangen sie überhaupt, soweit wir bis jetzt wissen, ihre stärkste Ausbildung; sie erreichen hier eine beträchtliche Länge und ihre Gabeläste haben durch eine Menge von seitlichen rundlichen Aussackungen eine traubenförmige Gestalt angenommen. Neuerdings hat nur Cuénot weitere Angaben über das Vorkommen der Interradialblinddärme gemacht. Er nennt sie Magenblinddärme („coecums stomacaux"), da er die Müller und Troschel'sche Bezeichnung deshalb ablehnen zu müssen glaubt, weil sie keineswegs immer genau in interradialer Richtung liegen. Sie entstehen als Ausstülpungen der Magenwand und erhalten bei ihrer weiteren Entwicklung allmählich innere Schleimhautfalten. Wie schon Müller und Troschel angegeben haben, fehlen sie bei *Luidia*. Bei *Astropecten aurantiacus* (L.), *spinulosus* (Phil.), *jonstoni* (Delle Chiaje) fand er deren stets zwei mehr oder weniger gleichgrosse, sackförmige; bei *Astropecten polycanthus* M. & Tr. sind ebenfalls zwei vorhanden, die aber langgestreckt sind; bei *Astropecten bispinosus* (Otto) (var. *platyacanthus*) ist jeder der beiden Blinddärme mit einigen secundären und tertiären Nebenästen ausgestattet. Bei *Pentaceros turritus* Linck und *Gymnasteria carinifera* (Lam.) fand Cuénot dieselben fünf gegabelten Blinddärme, wie sie Müller und Troschel bei *Culcita coriacea* beschrieben haben. Bei *Asterina gibbosa* (Penn.) und *Palmipes membranaceus* Linck sind auch fünf Stück vorhanden, die bei jener Art die Form kurzer Buchten, bei dieser die Gestalt von schmalen Schläuchen haben. Bei *Echinaster sepositus* (Lam.) und *Cribrella oculata* (Linck) sind sie von unregelmässiger Gestalt, stellen aber im Ganzen fünf sich in der Richtung der Interradien vergabelnde Säcke dar (IV, 9). *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *rubens* L. besitzen noch unregelmässiger geformte, die zahlreichen individuellen Verschiedenheiten unterworfen sind; in der Regel stellen sie zwei Bündel (IV, 7; V, 1)

wenig verästelter Schläuche dar, die eigentlich an dem kurzen Enddarm hängen und erst durch dessen Vermittlung mit dem Magen in Verbindung stehen. Wie die Wand des Magens besteht auch die Wand der Interradialblinddärme von innen nach aussen aus einem hohen, wimpernden Epithel, einer Bindegewebsschicht, einer Muskelschicht und einem wimpernden, peritonealen Epithelüberzug. Die Muskelschicht ist nach Cuénot nur aus Ringfasern gebildet. Nach demselben Forscher ermangelt das innere Epithel völlig der becherförmigen Schleimdrüsen, besitzt aber ungemein zahlreiche „Körnerzellen", die hier in noch ausschliesslicherer Weise als in den radialen Blinddärmen das ganze Epithel zusammensetzen. In der Tiefe des Epithels kommen wie im übrigen Innenepithel des Verdauungstractus Nervenzüge vor (s. S. 551). Wie in den radialen so findet man auch in den interradialen Blinddärmen niemals Nahrungstheile. Tiedemann bezeichnet ihren Inhalt bei *Astropecten aurantiacus* als eine weissliche Flüssigkeit. Müller und Troschel beschreiben den Inhalt bei *Asterias rubens* als eine bräunliche, Hoffmann als eine gelbe Flüssigkeit, die runde Kügelchen und bläschenartige Zellen („runde körnige Zellen") enthält. Nach Cuénot rühren die Körnchen der Inhaltsflüssigkeit aus den Körnerzellen des Epithels her und sind oft zu grossen, fettig aussehenden Tropfen verschmolzen.

6. Der Enddarm und der After.

Der Enddarm fehlt bei den afterlosen Astropectiniden. Bei allen anderen, mit einem After ausgestatteten Arten stellt er eine ganz kurze Röhre dar, die geraden Weges von der dorsalen Mitte des Magens zum After führt. Seine Wand ist ähnlich gebaut wie die der anderen Theile des Verdauungsapparates. Das wimpernde Innenepithel setzt sich am After ebenso wie die übrigen Wandschichten in die entsprechenden Lagen der Körperwand fort.

Die Kleinheit des nur bei den Astropectiniden fehlenden Afters, sowie der Umstand, dass er meistens zwischen den Skeletstücken der Haut versteckt und schwer zu finden ist, macht es erklärlich, dass er sich so lange der Beobachtung entziehen konnte. Freilich hatte ihn schon im vorigen Jahrhundert Baster (26) bei *Asterias rubens* gesehen und richtig beschrieben. Da er aber von Konrad übersehen und von Tiedemann, der seinen Mangel bei *Astropecten aurantiacus* zuerst richtig erkannte, aber irrthümlich verallgemeinerte, bei allen Seesternen rundweg in Abrede gestellt wurde, so herrschte Jahrzehnte hindurch die z. B. auch bei Lamarck (275) und Blainville (65) vertretene Ansicht, dass die Seesterne überhaupt keinen After besitzen. Ja selbst, nachdem Müller und Troschel ihn wieder entdeckt und in allgemeiner Verbreitung bei allen Seesternen mit Ausnahme der Astropectiniden nachgewiesen hatten, konnte Hoffmann es noch im Jahre 1872 fertig bringen, ihn bei *Asterias rubens* zu leugnen und G. O. Sars (464) ihn nicht minder irrthümlich für einen mit dem Darmsystem gar nicht zusammenhängenden Excretions-

porus erklären. Hoffmann's Behauptung wurde zuerst durch Perrier (399) und diejenige von G. O. Sars durch mich (300) berichtigt. Müller und Troschel waren auch die ersten, die auf die seitdem von allen Forschern bestätigte constante Lagebeziehung des Afters hinwiesen. Niemals liegt derselbe genau im Mittelpunkte der Scheibe, sondern stets mehr oder weniger excentrisch in der Richtung einer interradialen Hauptebene. Zur Madreporenplatte verhält er sich dabei immer so, dass sein Interradius von demjenigen der Madreporenplatte nur durch ein Antimer getrennt ist. Orientirt man den Seestern so, dass er in natürlicher Haltnng mit dem Interradius des Afters nach vorn gerichtet ist (s. Holzschnitt Fig. 6, S. 537), so liegt die Madreporenplatte im linken vorderen Interradius.

Schliesslich ist für das ganze Verdauungssystem noch zu bemerken, dass in der Bindegewebsschicht seiner sämmtlichen Abschnitte winzige Kalkkörperchen vorkommen können, die bis jetzt aber nur bei *Culcita*-Arten und *Ophidiaster chinensis* Perr. durch Cuénot nachgewiesen sind, wo sie die Form von einfachen oder vergabelten Stäbchen oder Gitterplättchen darbieten.

7. Die Befestigungsbänder der Verdauungsorgane.

Sowohl der Magen als auch die radialen und interradialen Blinddärme sind durch zahlreiche, faden-, strang- oder plattenförmige Aufhängebänder an die Wand der Leibeshöhle befestigt. Alle diese Mesenterien, die zum Theil schon Kade (257) bekannt waren und durch Cuvier (101), Konrad (261) und Tiedemann (544) näher beschrieben worden sind, tragen oberflächlich ein wimperndes Peritonealepithel. Sie werden vorzugsweise aus Bindegewebe gebildet, das reich an Wanderzellen ist und einerseits in die Bindegewebsschicht der Verdauungsorgane, anderseits in das Bindegewebe der Körperwand übergeht. Zwischen Epithel und Bindegewebe scheint Hamann (212) in allen Mesenterien eine Lage von Muskelfasern gefunden zu haben, während Hoffmann (232) Muskelfasern nur in den gleich zu erwähnenden fünf Paaren der ventralen Magenmesenterien antraf. Nach Cuénot (93) kommen bei *Culcita*-Arten und *Ophidiaster chinensis* Perr. im Bindegewebe der Mesenterien dieselben Kalkkörperchen vor wie in der Wand der Verdauungsorgane. Hinsichtlich ihrer Anordnung kann man die mesenterialen Befestigungen in drei Gruppen bringen: 1. die ventralen Mesenterien des Magens; 2. die dorsalen Mesenterien des Magens; 3. die Mesenterien der radialen Blinddärme.

Die ventralen Magenmesenterien sind paarig angeordnet, sodass in der Richtung eines jeden Antimers ein Paar derselben von der Unterseite des Magens entspringt und rechts und links von der radialen Hauptebene in den Arm eindringt um hier nach kürzerem oder längerem Verlaufe sich an die Körper der Ambulacralstücke zu befestigen. Gewöhnlich haben diese Bänder die Gestalt eines ziemlich kräftigen Stranges, der mit mehreren Wurzeln an der Magenoberfläche seinen Ursprung nimmt

und oft auch an seinem distalen Ende sich wieder in mehrere feinere Stränge auflöst. Die regelmässige Anordnung dieser Bänder mag mit daran Schuld gewesen sein, dass Spix (512) den schon von Tiedemann zurückgewiesenen Irrthum beging darin die damals noch unbekannten Nerven der Seesterne zu sehen.

Die dorsale Wand des Magens ist durch eine Menge feinerer und gröberer kurzer Mesenterialstränge an die Körperwand aufgehängt. Nach Tiedemann kann man bei *Astropecten aurantiacus* 10 Hauptzüge derartiger Stränge oder Fäden unterscheiden, von denen je zwei in der Richtung je eines Armes liegen. Doch scheint im Allgemeinen keine bestimmte Regelmässigkeit in ihrer Anordnung festgehalten zu werden. Eine besonders kräftige Platte bemerkt man bei den *Astropecten*-Arten zwischen den beiden interradialen Blinddärmen. Auch gehen manchmal ähnliche Befestigungsstränge von der seitlichen Magenoberfläche zu den interbrachialen Septen.

Die Mesenterien der radialen Blinddärme werden an jedem Blinddarme durch zwei parallele Bänder dargestellt, die an der Dorsalseite desselben seiner Längsaxe folgen und ihn an die Rückenwand des Armes befestigen. Diese beiden dorsalen Aufhängebänder eines jeden Blinddarmes sind demnach durch einen kanalartigen Zwischenraum voneinander getrennt, den man als Sinus der Blinddärme oder als Intermesenterialraum derselben bezeichnet hat. Proximal steht jeder derartige Sinus mit der Leibeshöhle in offener Verbindung, während er distal durch Verschmelzung der beiden ihn begrenzenden Mesenterialbänder blindgeschlossen endigt.

VIII. Athmungsorgane.

Die unverkalkten, zwischen den Skeletstücken des ambitalen Skeletes (s. S. 521) befindlichen Bezirke der Körperwand können sich unter gleichzeitiger bedeutender Abnahme ihres Dickendurchmessers nach aussen vorstülpen und erscheinen dann als dünnwandige, bläschenförmige, blindgeschlossene Erhebungen der Körperoberfläche. Sie sind contractionsfähig und können deshalb in voller Ausdehnung nur beim lebenden oder eigens dafür conservirten Thiere gesehen werden. Belästigt man die lebenden Thiere, so ziehen sie sofort die bläschenförmigen Hautausstülpungen ein. An den in gewöhnlicher Weise conservirten Spiritus-Exemplaren unserer Sammlungen sind die Bläschen nur ausnahmsweise ausgestreckt geblieben. An den trockenen Stücken bemerkt man in der Regel an ihrer Stelle kleine Oeffnungen in der Körperwand, die sog. Poren.

Der Entdecker unserer Organe ist Réaumur (445), der sie bei *Asterias rubens* L. als contractile Anhänge beschrieb und sich davon überzeugt zu haben glaubte, dass sie mit Hülfe einer endständigen Oeffnung abwechselnd Wasser aufnehmen und ausspritzen. Cuvier (101, 102) deutete sie als Athmungsorgane, nannte sie Tracheen und schloss sich Réaumur's Meinung an, dass sie eine terminale Oeffnung besitzen. Derselben Ansicht

waren Konrad (261) und Tiedemann (544), die auch im Uebrigen Cuvier's Beschreibung und Deutung bestätigten. Tiedemann bezeichnete sie bei *Astropecten aurantiacus* (L.) als „kegelförmige Röhrchen der Rückenwand". Erst Ehrenberg*) (126) bestritt mit vollem Rechte auf Grund seiner an *Asterias rubens* angestellten Untersuchungen das Vorhandensein der bis dahin angenommenen äusseren Oeffnung. Sharpey hielt zwar anfänglich (490, Vol. I) noch an der hergebrachten Meinung fest, berichtigte dieselbe aber später selbst (490, Vol. II). Es kann deshalb nur auf einer Flüchtigkeit beruhen, wenn von Siebold (492) sich auf Ehrenberg und Sharpey beruft um die gerade von diesen beseitigte alte Meinung vom Offensein der „tracheenartigen Röhrchen" wieder vorzubringen.

Was den Namen der Organe anbetrifft, so werden sie von den späteren Autoren bald als „Tentakeln des Rückens" oder „respiratorische Tentakeln" (Müller und Troschel 375) oder „respiratorische blinde Röhrchen" (Joh. Müller 372), bald als „respiratorische Blindsäcke" („coecums respiratoires" Jourdain 254), bald als „Hautbläschen" oder „Hautkiemen" oder „Kiemenbläschen" (Greeff 181, Hoffmann 232, Teuscher 536, ich 299 und Hamann 212) oder als „Hautröhrchen" (Vogt und Yung 562) bezeichnet. Warum aber Hamann sie nebenbei auch „Ambulacralkiemen" nennt, ist gar nicht einzusehen, da sie mit dem Wassergefässsystem auch nicht die mindeste morphologische Beziehung haben. Aus demselben Grunde sind die von Studer (527) gebrauchten Benennungen „Füsschenpapillen" und „Kiemenfüsschen" durchaus unzulässig. Cuénot (93) nennt sie „Lymphkiemen" („branchies lymphatiques"). Zuletzt hat Sladen (503) die einst von Stimpson (517) gebrauchte Benennung Papulä wieder aufgenommen und zugleich für ein von den Papulä besetztes Feld den Ausdruck Papularium in Vorschlag gebracht. Beide Bezeichnungen scheinen mir neben den deutschen: Kiemenbläschen und Kiemenfeld allgemeine Annahme zu verdienen.

Die Papulä entstehen verhältnissmässig spät, sodass sie bei ganz jungen Thieren noch völlig vermisst werden. Bei erwachsenen Thieren scheinen sie aber, soweit das durch zuverlässige Beobachtungen beglaubigt ist, nur bei der Gattung *Brisinga* (nach G. O. Sars, mir und Perrier) zu fehlen; aber schon die anderen Gattungen der Brisingiden sind damit ausgerüstet. In der Regel treten sie in grosser Menge und weiter Verbreitung auf. Doch beschränken sie sich bei den mit deutlichen Randplatten ausgestatteten Arten auf die von den oberen Randplatten umgrenzte Rückenwand des Thieres, während sie beim Mangel deutlicher Randplatten auch auf den lateralen und ventralen Bezirken des Körpers auftreten können. Joh. Müller (372) hat auf diese Beziehung der Papulä zur Ausbildung der Randplatten zuerst aufmerksam gemacht und Sladen (503) hat auf denselben Gesichtspunkt hin seine *Phanerozonia* (= *Paxillosa*

*) Müller's Archiv 1834, p. 578.

+ *Valvata* Perrier's) auch als *Stenopneusia* *), dagegen seine *Cryptozonia* (= *Forcipulata* + *Spinulosa* + *Velata* Perrier's) auch als *Adetopneusia* **) bezeichnet. Bei den *Stenopneusia* nehmen sie aber nicht immer das ganze Rückenfeld ein. Oft fehlen sie (z. B. bei *Astropecten*) auf dem centralen Bezirke des Scheibenrückens und auf einem der dorsalen Medianlinie des Antimers folgenden Längsstreifen. Bei den Pararchasteriden trifft man sie sogar nur in einem verhältnissmässig kleinen Bezirke, dem sog. Papularium oder Kiemenfeld, an der Basis der Arme. Des Weiteren sind die Papulä entweder so angeordnet, dass in je einem Zwischenraume zwischen den anti- oder auch interambulacralen Skeletstücken nur je eine einzige Papula zur Ausbildung kommt (z. B. bei *Astropecten, Chaetaster, Scytaster*) (IV, 12) oder es entwickeln sich deren in je einem Zwischenraume eine grössere bis sehr grosse Zahl (z. B. bei *Ophidiaster, Echinaster, Culcita, Pentaceros*) (IV, 11); im letzteren Falle werden die so entstehenden kleinen Kiemenfelder in den systematischen Beschreibungen auch als Porenfelder bezeichnet; wir werden darauf im Kapitel Systematik zurückkommen.

Die Form der Papulä kann eine einfache oder eine complicirtere sein. Bei einfacher Gestaltung hat das einzelne Kiemenbläschen ein kegelförmiges oder fingerförmiges Aussehen, während es in anderen Fällen sich an seinem peripherischen Ende in einige oder viele secundäre Ausstülpungen theilt, die ihm (z. B. bei *Luidia*) eine büschelförmige Gestalt geben. Betrachtet man solche büschelförmige Papulä von der Innenseite der Körperwand sowie an Schnitten, so überzeugt man sich bald, dass es sich um eine erst in ihrem äusseren Abschnitte zerlappte, aber an ihrem inneren Ende einfach gebliebene Hautausstülpung handelt. Ob auch noch andere Formen der Papulä, etwa baum- oder fiederförmig verästelte, vorkommen, bedarf noch der Nachforschung. Die Grösse der Papulä ist durchweg unbedeutend; bei *Asterias rubens* z. B. erheben sie sich zu einer Länge von etwa 2—3 mm. Im ausgestreckten Zustande können sie über eine kürzere Bestachelung des Rückens emporragen, z. B. bei *Asterina gibbosa* (Penn.). Sind Paxillen vorhanden, so überragen sie dieselben in der Regel nicht und werden im zurückgezogenen Zustande von den Randstachelchen der Paxillenkronen schützend überdeckt.

In ihrem feineren Baue wiederholen die Papulä den Bau der Körperwand, von der sie ja nur verdünnte Ausstülpungen darstellen. Oberflächlich sind sie demnach von dem Körperepithel (s. S. 506) überzogen, dessen Bewimperung bereits Ehrenberg wahrnahm. Dann folgt eine Bindegewebslage, die eine Fortsetzung der Lederhaut ist, sich aber durch ihre verhältnissmässige Dünnheit und den Mangel der Verkalkung auszeichnet. An der Basis des Kiemenbläschens weicht die Bindegewebsschicht in zwei Schichten, eine äussere und eine innere, auseinander,

---

*) *στενός* eng, eingeschränkt; *πνεῦσις* das Athmen.

**) *ἄδετος* nicht gebunden, uneingeschränkt; *πνεῦσις* das Athmen.

indem sich ein Spaltraum (IV, 10) in sie eindrängt, der nach meinen (299) und Hamann's (212) Untersuchungen zu dem Hohlraumsysteme gehört, das sich überhaupt in der Tiefe der Körperwand befindet (s. S. 508). Cuénot (93) aber ist der Meinung, dass jener Spaltraum an der Basis der Kiemenbläschen eine besondere, in sich vollständig abgeschlossene Ringlacune darstelle, die keinen Zusammenhang mit anderen Hohlräumen habe. Nach innen von der Bindegewebsschicht folgt eine Lage von Längsmuskelfasern, die Hoffmann (232) zuerst bemerkt hat; nach Hamann ist sie eine Fortsetzung der Quermuskelschicht der Körperwand. Noch weiter nach innen, dem inneren Epithel unmittelbar aufliegend, fand Hamann auch noch eine von den früheren Beobachtern übersehene Lage von Ringmuskelfasern, die in Zusammenhang mit der Längsmuskelschicht der Körperwand steht. Endlich treffen wir auf das Innenepithel, das eine Fortsetzung des Peritonealepithels ist; seine Bewimperung und die dadurch erregte Strömung der in das Innere des Kiemenbläschens ein- und ausfliessenden Leibeshöhlenflüssigkeit ist zuerst von Ehrenberg beobachtet und seitdem von Sharpey, Jourdain und allen späteren Forschern bestätigt worden.

IX. Geschlechtsorgane.

1. Zur Geschichte der Geschlechtsorgane.

Der Erste, der die Geschlechtsorgane eines Seesternes (bei *Asterias rubens* L.) beschrieben hat, war Kade (257), der aber freilich ihre Natur als solche noch nicht erkannte. Erst Baster (28) deutete sie (bei derselben Art) als Eierstöcke. Auch Cuvier (101, 102, 103) bezeichnete sie als Ovarien und meinte, dass sie entweder zugleich oder mit der Eierzeugung abwechselnd auch Samen hervorbrächten, die Seesterne also Zwitter seien. Spix (512) beharrte bei der Ansicht von der Zwitterigkeit der Seesterne, glaubte indessen in dem Steinkanal und dem ihm benachbarten sogenannten „Herzen“ (s. Blutgefässsystem) das männliche Organ und dessen Ausführungsgang gefunden zu haben. Schon Konrad (261) wies die Spix'sche Vermuthung des männlichen Organes als unbegründet zurück; aber auch ihm gelang es ebensowenig wie Tiedemann (544), über die Spix'sche Ansicht hinauszukommen, dass die Genitalschläuche ausschliesslich Eierstöcke seien. Er beschrieb sie ganz zutreffend nach Lage und Form bei *Asterias glacialis* O. F. Müll., *rubens* L., *Palmipes membranaceus* Linck, *Astropecten aurantiacus* (L.) u. A. und nahm zum ersten Male ihre Oeffnungen wahr, von denen er richtig bemerkt, dass sie bei *Astropecten aurantiacus* im Gegensatze zu den anderen eben genannten Arten nicht einfach, sondern vielfach seien. Hinsichtlich der Genitalöffnungen blieb Tiedemann sogar hinter Konrad zurück, indem er (bei *Astropecten aurantiacus* L.) besondere Ausfuhrwege der Ovarien leugnete und die Ansicht vertrat, dass die Eier durch Platzen der Genitalschläuche in die Leibeshöhle und von dort durch eine in jedem Inter-

radius am Peristom befindliche (in Wirklichkeit gar nicht vorhandene) Oeffnung nach aussen gelangen*). Im Gegensatze zu Cuvier erklärte er aber die Seesterne nicht für Zwitter, sondern für ausschliesslich weibliche Thiere, deren Eier sich durch Parthenogenese entwickelten. Erst bei Blainville (65) bricht sich die Erkenntniss von der Getrenntgeschlechtlichkeit unserer Thiere Bahn, zunächst allerdings nur als unbewiesene Meinung, die sich lediglich darauf stützte, dass Fabricius (131) etwas einer Begattung Aehnliches beobachtet habe. Noch zehn Jahre dauerte es, bis endlich Rathke (444) durch den Nachweis der Samenzellen den Beweis erbrachte, dass Blainville's Ansicht das Richtige getroffen habe, dass also die Genitalschläuche nicht, wie man bisher geglaubt hatte, stets Eierstöcke sind, sondern in den einen Individuen als solche, in den anderen aber als Hoden functioniren. Noch einige Jahre vorher hatte Sharpey (490, Vol. II) vergeblich nach den männlichen Geschlechtsdrüsen gesucht und sich nicht einmal von den bereits von Konrad entdeckten und seitdem durch Volkmann (563) bestätigten Genitalöffnungen überzeugen können. Kölliker (259) ergänzte die Rathke'sche Entdeckung der Hoden durch die erste Abbildung einer Samenzelle eines Seesternes.

In ein neues Stadium traten unsere Kenntnisse der Geschlechtsorgane durch die Beobachtungen von Müller und Troschel (375), die uns bei einer Reihe von Gattungen mit der Form und Anordnung derselben bekannt machten. Da sie die Konrad'schen und Volkmann'schen Angaben übersehen hatten, konnten sie zu der Meinung kommen, dass sie selbst die Entdecker der Genitalöffnungen seien. Ferner irrten sie darin, dass sie den Satz aufstellten, es gebe Seesterne mit und solche ohne Geschlechtsöffnungen. Sicher erkannten sie die Oeffnungen übrigens nur bei *Crossaster papposus* (Linck) und *Asterias rubens* L.; ob auch alle anderen mit einem After versehenen Arten damit ausgestattet seien, behandelten sie als eine offene Frage und behaupteten für die afterlosen Arten, wenigstens für die Gattungen *Astropecten* und *Luidia*, mit aller Bestimmtheit das völlige Fehlen derselben. Nach ihrer Meinung gelangen beim Mangel der Geschlechtsöffnungen die Eier und Samenzellen durch Platzen der Genitalschläuche in die Leibeshöhle und aus dieser durch Vermittelung der Papulae, die sie irrthümlicherweise für geöffnet halten, nach aussen.

Nachdem wir dann noch durch M. Sars (470) mit den Geschlechtsorganen und ihren Ausfuhrwegen bei seinem *Pteraster pulvillus* bekannt geworden waren, bestätigte Greeff (184) die Müller und Troschel'schen

*) Eine am Peristom, jedoch nur im Interradius des Steinkanales befindliche Genitalöffnung hat seltsamerweise Jourdain (255) noch im Jahre 1882 bei *Asterias rubens* behauptet. Diese angebliche Oeffnung führt nach ihm in den „schlauchförmigen Kanal“, der nach seiner durchaus unrichtigen Ansicht als Ausfuhrweg der Geschlechtsproducte dient; wir werden darauf in den das Blutgefässsystem und die Leibeshöhle behandelnden Kapiteln zurückkommen.

Mittheilungen über die Genitalöffnungen bei *Crossaster papposus* (Linck) und *Asterias rubens* L., während Hoffmann (232) sie bei der letztgenannten Art mit Unrecht in Abrede stellte. Dann lehrte G. O. Sars (464) uns die Geschlechtsorgane und ihre äusseren Mündungen bei seiner *Brisinga coronata* kennen, und ich selbst (299, 301) kam durch meine Beobachtungen an *Asterias rubens* L., *Astropecten aurantiacus* (L.), *Echinaster purpureus* (Gray), *Asterina exigua* (Lam.), *Asterina gibbosa* (Penn.), *Stellaster equestris* (Retz.) und anderen Arten zu dem allgemeinen Schlusse, dass überhaupt alle Seesterne ausnahmslos im Besitze von bestimmten Genitalporen sind, die direct in die Geschlechtsschläuche hineinführen, dass es also im Gegensatze zu der Müller und Troschel'schen Ansicht gar keine Seesterne gibt, bei denen „die Geschlechtsorgane in die Leibeshöhle dehisciren und Eier durch irgend welche Oeffnungen der Körperhöhle ausgeführt werden". Dem gegenüber behauptet aber Studer (522, 526), dass wenigstens bei seinem *Labidiaster radiosus* der Austritt der Geschlechtsproducte nicht durch besondere Ausfuhrwege, sondern durch Zerreissen der Genitalschläuche stattfinde; auf solche Weise sollen sie zunächst in die Leibeshöhle der Arme und von dieser erst dadurch in die Aussenwelt gelangen, dass die Arme von der Scheibe abbrechen und dabei an ihrer Bruchstelle die Eier und Samenzellen austreten lassen. Solange aber dieser Modus der Ei- und Samenablage nicht durch directe Beobachtungen dargethan ist, scheint es mir ausser Zweifel, dass eine genauere Untersuchung auch bei *Labidiaster radiosus* die von Studer vermissten Genitalporen nachweisen wird. So haben denn auch Hamann (212) und Cuénot (93), von denen der letztere eine grosse Anzahl von Arten in den Bereich seiner Untersuchungen gezogen hat, sich meiner Behauptung, dass bei allen Seesternen die Genitalorgane nach aussen durch besondere Genitalporen münden, angeschlossen. Cuénot hat auch manches Neue über die Form und die Anordnung der Organe mitgetheilt, während ihr feinerer Bau schon vorher, nach einigen unzulänglichen Angaben von Greff (184) und Hoffmann (232), durch mich (299, 301) und Hamann (212) aufgeklärt worden war.

2. Getrenntgeschlechtliche und zwitterige Seesterne.

Während man sich bis dahin zu der Ansicht berechtigt glaubte, dass alle Seesterne ohne Ausnahme getrennten Geschlechtes seien, stellte Cuénot (93) vor mehreren Jahren die von anderen noch nicht näher geprüfte Behauptung auf, dass die *Asterina gibbosa* (Penn.) ein protandrischer Zwitter sei, und vermuthete, dass sich vielleicht auch noch andere Arten, z. B. *Asterina exigua* (Lam.), *Palmipes membranaceus* Linck und *Crossaster papposus* (Linck) als solche herausstellen würden. Bei kleinen Individuen der *Asterina gibbosa* fand er (bei Roscoff) in den Monaten Mai bis Juli das Innere der Genitalschläuche dicht erfüllt von reifen Samenzellen, während gleichzeitig vereinzelte junge Eizellen an der Wand derselben Genitalschläuche ihre Entwicklung begonnen hatten. Bei

mittelgrossen Exemplaren waren die Eizellen bereits zahlreicher und grösser, entbehrten aber noch des Deutoplasmas; das Lumen der Genitalröhren strotzte noch wie bei den kleinen Thieren von reifen Samenzellen. Alle grossen Exemplare aber, die Cuénot zur selben Zeit untersuchte, erwiesen sich sämmtlich als Weibchen, da ihre Genitalschläuche nur noch Eizellen enthielten, die zum grössten Theile durch Einlagerung von gelbem Deutoplasma ihre volle Ausbildung erfahren hatten. Bei der jetzt eintretenden Ei- und Samenablage functioniren dementsprechend die kleinen und mittelgrossen Thiere als Männchen, die grossen dagegen als Weibchen. Nach der bei Roscoff im Juni stattfindenden Ei- und Samenablage fahren die grossen Thiere fort, lediglich Eier hervorzubringen, während die mittelgrossen nunmehr die Erzeugung von Samenzellen einstellen und dafür ihre bis dahin unentwickelten Eizellen zur Reife bringen; die kleinen Individuen aber liefern noch weiter reife Samenzellen, lassen dagegen ihre Eianlagen auch jetzt noch nicht ausreifen. Die Thiere sind demnach Zwitter, bei denen zuerst, lange vor Vollendung des Körperwachsthums, die männliche Geschlechtsreife erreicht wird, um dann allmählich, mit Erlangung der vollen Körpergrösse, durch die später eintretende weibliche Geschlechtsreife abgelöst zu werden. Eine Selbstbefruchtung ist natürlich unter diesen Verhältnissen ausgeschlossen. Bei Banyuls fand Cuénot ganz dieselben Erscheinungen; hier hatten die jungen, als Männchen functionirenden Exemplare einen Armradius von 12 mm, die grossen, als Weibchen functionirenden einen Armradius von 16—26 mm. — Nach demselben Forscher soll ausser dieser bei *Asterina gibbosa* regelmässig vorliegenden Zwitterigkeit gelegentlich auch bei zweifellos getrenntgeschlechtlichen Arten eine Bildung von Samen- und Eizellen in denselben Genitalschläuchen vorkommen können. Wenigstens deutet er so die ein einziges Mal von ihm gemachte Beobachtung, dass eine *Asterias glacialis* O. F. Müll. ausser reifen Eiern auch sich bewegende Samenzellen in ihren Genitalröhren enthielt. Indessen wäre es ja doch, meiner Ansicht nach, in diesem Falle auch möglich, dass die Samenzellen von einem anderen Individuum herrühren und durch die Genitalöffnungen in die Genitalröhren des weiblichen Exemplares gelangt sind. In jedem Falle aber werden die Cuénot'schen Angaben die Anregung gegeben haben, auf das Vorkommen von Zwitterigkeit bei Seesternen schärfer als bisher zu achten.

3. Macroscopische Betrachtung der Geschlechtsorgane.

Bei beiden Geschlechtern treten die Genitalorgane in Form von einfachen oder verästelten Schläuchen auf, die rechts und links von den interbrachialen Septen an die Innenseite der dorsalen Körperwand befestigt sind. Die Schläuche gruppiren sich jederseits zu einem oder mehreren Büscheln und hängen von ihrer Befestigungsstelle frei in die Leibeshöhle der Scheibe oder der Arme. Sind jederseits mehrere Büschel vorhanden, so sind dieselben in eine Längsreihe geordnet, die dem Verlaufe des

Genitalstranges folgt, den wir erst beim Blutgefässsystem näher kennen lernen werden; es werden dann alle Genitalbüschel derselben Seite an ihren Befestigungsstellen durch den Genitalstrang in Verbindung gebracht. Bei guter Entwicklung der Randplatten liegen die Genitalschläuche stets in der Nähe der oberen Randplatten an der dorsalen Körperwand; fehlen deutliche Randplatten, so halten die Geschlechtsorgane dennoch in der Regel eine entsprechende Lagerung fest, befinden sich also lateral von den radialen Blinddärmen. Da sie sich in allen Interradien ganz gleichmässig ausbilden, so haben wir bei einem fünfstrahligen Seestern stets 2×5 Genitalorgane, von denen ein jedes, wie gesagt, aus einem oder mehreren Büscheln besteht; sind mehr als fünf Arme vorhanden, so ist auch die Zahl der Genitalorgane eine entsprechend höhere. Alle Genitalschläuche, die demselben Genitalstrange anhängen, kann man in ihrer Gesammtheit als ein einheitliches Organ betrachten und je nach dem Geschlechte als Hoden oder Eierstock bezeichnen; dann haben alle Seesterne $2 \times n$ Hoden bez. Eierstöcke, wenn man unter n die Zahl der Antimeren versteht. Man könnte aber auch die Bezeichnung Hoden oder Eierstock auf jedes Büschel von Geschlechtsschläuchen oder selbst auf die einzelnen Schläuche anwenden und so eine selbstverständlich sehr viel grössere Anzahl von Geschlechtsdrüsen herauszählen. Indessen empfiehlt sich die zuerst angegebene Bezeichnungsweise aus anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Gründen viel mehr als die zweite, sodass wir sie im Folgenden in Anwendung bringen wollen. Wir verstehen also unter einem Hoden oder Eierstock die Summe aller an einem und demselben Genitalstrang anhängenden Genitalschläuche.

Ob die Schläuche einer jeden Geschlechtsdrüse sich mit ihren Basen nur zu einem einzigen Büschel vereinigen oder zu mehreren Büscheln anordnen, schien nach Müller und Troschel ein durchgreifendes Gattungsmerkmal zu sein. Sie fanden z. B. einfache Büschel bei *Asterias*, *Echinaster*, *Crossaster*, *Asterina* (VI, 4, 8), *Asteropsis*, *Pteraster*, *Hippasteria*, *Ctenodiscus*, dagegen mehrfache bei *Astropecten*, *Luidia*, *Archaster*, *Chaetaster*, *Pentaceros*, *Culcita*, *Linckia*. Einfach sind ferner nach Cuénot die Genitalbüschel bei *Palmipes*, *Cribrella* und *Ophidiaster* (VI, 7), nach Sars bei *Brisinga*, nach Studer auch bei *Labidiaster*, mehrfach nach Cuénot bei *Gymnasteria* und nach meinen Beobachtungen bei *Plutonaster*. Es hat sich aber herausgestellt, dass es auch Gattungen gibt, in denen die einen Arten einfache, die anderen mehrfache Genitalbüschel besitzen; so z. B. hat *Echinaster sepositus* (Lam.) (VI, 6) nach Cuénot einfache, dagegen *Echinaster purpureus* (Gray) nach meinen Beobachtungen mehrfache.

Bei Arten mit verhältnissmässig kleiner Scheibe und dafür desto längeren Armen können die Genitalstränge und mit ihnen die dann häufig mehrfachen Büschel der Genitalschläuche weit in die Arme hineinreichen. Aber auch bei kurzen, meistens mit nur einem Büschel von Schläuchen ausgestatteten Genitalsträngen wird nicht selten der Innenraum der Arme für die Aufnahme der Genitalschläuche mit in Anspruch genommen,

sobald diese selbst bei voller Entwicklung eine beträchtliche Länge erreichen. Beispielsweise reichen bei den *Asterias*-Arten und bei *Cribrella oculata* (Linck) die Genitalschläuche, obgleich sie nur ein einziges Büschel bilden, bei voller Geschlechtsreife von ihrer in der Scheibe befindlichen Ansatzstelle oft weit in die Arme hinein. Bei *Echinaster sepositus* (Lam.) ist das einfache Genitalbüschel aber auch schon mit seiner Befestigungsstelle in den Anfang des freien Armes eingetreten, sodass nur noch der Genitalstrang mit seinem proximalen Abschnitte der Scheibe angehört. Noch weiter als bei dieser Art rücken die einfachen Genitalbüschel bei *Ophidiaster chinensis* Perr. und den *Brisinga*-Arten in die Arme hinein; bei *Brisinga* schwellen infolgedessen die Arme zur Zeit der Geschlechtsreife in ihrem proximalen Bezirke stark an und lassen dadurch die Gegend der Geschlechtsorgane schon von aussen deutlich werden. Unter den Arten mit mehrfachen Genitalbüscheln bietet *Astropecten polyacanthus* M. Tr. ein Beispiel für das allmähliche Uebergreifen der Genitalorgane von der Scheibe auf die Arme dar. Während bei den anderen *Astropecten*-Arten die sämmtlichen Genitalbüschel in der Scheibe verbleiben, erstrecken sie sich bei der genannten Art unter allmählicher Grössenabnahme bis in das erste Drittel der Arme. Noch schärfer gelangt das bei *Archaster typicus* M. u. Tr., *Luidia ciliaris* (Phil.), *Luidia sarsi* Düb. u. Kor., *Plutonaster subinermis* (Phil.), *Chaetaster longipes* (Retz.), *Linckia miliaris* (Linck) und *Echinaster purpureus* (Gray) und wahrscheinlich auch bei anderen Arten dieser Gattungen zur Ausbildung. Hier treffen wir die Genitalstränge oft bis fast zur Armspitze reichend und dabei ihrer ganzen Länge nach mit Büscheln von Genitalschläuchen besetzt, die um so kleiner werden, je mehr man sich von der Armbasis entfernt. Da aber bei all diesen Verlagerungen der Genitalschläuche in die Arme die Genitalstränge ausnahmslos aus der Scheibe kommen, so wird man schon aus diesem Grunde die Scheibe für den ursprünglichen Sitz der Geschlechtsorgane ansehen müssen und in ihrem Einrücken in die Arme eine secundäre Einrichtung erkennen.

Die Zahl der zu einem Büschel verbundenen Schläuche ist je nach der Art und dem Alter der einzelnen Individuen eine sehr verschiedene. In seiner Form stellt der einzelne Genitalschlauch meist eine cylindrische, einfache oder einmal oder mehrmals gegabelte (verästelte) Röhre dar; seltener ist er von kurzer, gedrungener und dann mehr beutelförmiger Gestalt; häufig bemerkt man, dass die Schläuche, besonders zur Zeit der Geschlechtsreife durch aufeinanderfolgende Anschwellungen und damit abwechselnden Einschnürungen ein perlschnurartiges Aussehen gewinnen. Bei frischen Thieren lassen sich die Männchen und Weibchen, die man an den conservirten Exemplaren fast nur durch die microscopische Untersuchung des Inhaltes der Schläuche unterscheiden kann, in der Regel an der verschiedenen Farbe der Schläuche erkennen, indem die Hoden heller aussehen als die Eierstöcke; jene sind bei den meisten Arten weisslich oder gelblichweiss, diese aber rosa oder roth oder rothbraun

(z. B. rosa bei *Astropecten aurantiacus*, roth bei *Cribrella oculata*, rothbraun bei *Echinaster sepositus*, rothgelb bei *Brisinga coronata*).

Die Genitalöffnungen entsprechen in ihrer Zahl und Lage im Allgemeinen den Genitalbüscheln, sodass jedes Büschel seine besondere Oeffnung erhält. Letztere befindet sich in der Regel an derselben Stelle der Körperwand, an der sich innen das Genitalbüschel ansetzt. Sind die Büschel in die Arme gerückt, so treffen wir auch die Oeffnungen dort an. Meistens ist der Ausführungsgang eines jeden Büschels sehr kurz; nur bei Arten mit sehr dicker Haut, wie z. B. bei *Culcita coriacea* M. u. Tr., werden die Ausführungsgänge entsprechend länger. Entweder dringt der Gang sofort von der Basis des Büschels geraden Weges durch die Haut oder er verläuft, z. B. bei *Asterina exigua* (Lam.), erst eine kurze Strecke weit an der Innenfläche der Haut und senkt sich dann erst in diese ein. Wenn aber die Genitalöffnungen, wie es bis jetzt nur bei *Asterina gibbosa* (Penn.) und *Asterina pancerii* Gasco bekannt ist (ich 301), sich von der Rückenseite des Thieres auf seine Ventralseite verschieben, bleiben die Genitalorgane selbst in ihrer dorsalen Lage und nur die Genitalgänge (= Ausführungsgänge) erfahren eine solche Verlängerung, dass sie von den dorsalen Genitalbüscheln bis zur ventralen Genitalöffnung reichen (VI, 4). In allen Fällen aber ist der Genitalgang ein gleichweites, einfach cylindrisches Rohr.

Die Genitalöffnungen, mit deren Geschichte wir uns schon weiter oben (s. S. 591) bekannt gemacht haben, stellen in den meisten Fällen einen einfachen, kleinen und darum oft schwer zu findenden Porus dar, der sich ausnahmslos in eine nur von unverkalkt gebliebener Haut verschlossene Lücke des Hautskeletes lagert, also weder selbst ein Skeletstück durchsetzt, noch von einem besonderen Skeletstücke aufgenommen wird. Mit Bestimmtheit nachgewiesen sind diese einfachen Genitalöffnungen bis jetzt bei *Echinaster sepositus* (Lam.) (VI, 6), *Cribrella oculata* (Linck), *Pteraster pulvillus* Sars, *Astropecten aurantiacus* (L.), *Culcita coriacea* M. Tr., *Brisinga coronata* Sars, *Ctenodiscus krausei* Ludw., *Palmipes membranaceus* Linck, *Asterina wega* Perr., *A. exigua* (Lam.), *A. cephea* Perr., *A. gibbosa* (Penn.) und *A. pancerii* Gasco. Bei den beiden zuletzt genannten Arten haben sie abweichend von ihrer sonstigen dorsalen Lage, wie schon bemerkt, eine ventrale Stellung eingenommen (VI, 3). Bei den *Asterias*-Arten wird die einfache Genitalöffnung durch eine Gruppe von kleinen Oeffnungen ersetzt, die Müller und Troschel mit einem Siebe verglichen. Bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. z. B. besteht die siebförmige Genitalöffnung (VI, 5) aus einer Gruppe von drei bis neun kleinen Poren, die sich auf der Spitze von ebenso vielen kleinen Hautvorsprüngen befinden und zusammen den Raum einer sonst von einer Anzahl von Kiemenbläschen besetzten Skeletlücke einnehmen. Die Geschlechtsöffnungen sind hier gewissermaassen, wie Cuénot bemerkt, vicariirend an die Stelle der Papulä getreten. Nach innen führen die sämmtlichen Poren einer derartigen siebförmigen Genitalöffnung in den

Ausführungsgang desselben Genitalbüschels. Auch bei *Crossaster papposus* (Linck) sind die Geschlechtsöffnungen nicht einfach geblieben, sondern siebförmig geworden, wie das schon Müller und Troschel angegeben haben. Cuénot hat die Richtigkeit dieser Angabe erst bestritten (93) und sich zur Stütze seiner damaligen Ansicht, dass auch diese Art einfache Genitalporen besitze, darauf berufen, dass die Papulä dieser Art nicht in Gruppen, sondern einzeln stehen, also auch die an deren Stelle tretenden Genitalporen einzeln stehen müssten. Später aber (99) hat er selbst sich berichtet und zugestanden, dass trotz der einzeln stehenden Papulä die Genitalöffnungen bei alten Exemplaren die Form eines Siebes haben, dessen Stäbe sogar verkalkt sein können. Daraus scheint mir zu folgen, dass der anscheinenden Stellvertretung der Papulä durch Genitalporen bei der Gattung *Asterias* keine allgemeine Bedeutung zugeschrieben werden kann, man also auch daraus keine engere Beziehung der Papulä zu den Genitalporen überhaupt ableiten kann. (Ueber die von Greeff irrthümlich behauptete Beziehung der Genitalporen zum Blutgefässsystem und den Perihämalräumen vergl. die Kapitel Blutgefässsystem und Leibeshöhle.)

Aeussere Geschlechtsunterschiede, soweit sie nicht durch Einrichtungen der Brutpflege (s. d.) bedingt sind, scheinen zwar in der Regel nicht vorzukommen, jedoch auch nicht so völlig zu fehlen, wie Cuénot (93) behauptete. So machte A. Agassiz (5) darauf aufmerksam, dass bei *Asterias vulgaris* Packard und *forbesi* (Desor) die beiden Geschlechter zur Zeit der Fortpflanzung verschieden gefärbt sind. Etwas Aehnliches bemerkte ich (307) bei *Asterina gibbosa* (Penn.); während die Weibchen auf ihrer Rückenseite im Allgemeinen ein kräftiges Grün zeigten, war der Grundton des Rückens bei den Männchen ein fahles Blaugrün. Noch weiter geht die Verschiedenheit beider Geschlechter nach Studer (524, 526) bei *Pentaceros turritus* Linck. Hier sind die Männchen durch eine verhältnissmässig niedrigere Scheibe und ein festeres Hautskelet, sowie durch den Besitz einer centralen, neben dem After stehenden Warze vor den Weibchen ausgezeichnet, deren Scheide dorsal stark gewölbt und deren Hautskelet nachgiebiger und lockerer ist und der centralen Warze entbehrt; ferner sind die Männchen oben ziegelroth und haben schwarzbraune Höfe um die Warzen, während die Weibchen oben bedeutend heller, mehr fleischroth aussehen, an den Rändern der Scheibe und der Arme dunkler roth erscheinen und auch rothe Höfe um die Warzen besitzen.

4. Microscopischer Bau der Geschlechtsorgane.

Die Wandung der Genitalschläuche (V, 4) besteht von aussen nach innen aus einem äusseren Epithel, einer Muskelfasern enthaltenden Bindegewebsschicht und einem inneren Epithel. Das äussere Epithel stellt eine Fortsetzung des Cölomepithels dar und ist von einer einfachen Lage platter bewimperter Zellen gebildet; nur Field (135) beschreibt die Zellen

bei *Asterias vulgaris* Packard als cubische. Die Bindegewebsschicht setzt sich aus einer äusseren und einer inneren Lamelle zusammen, zwischen denen sich ein lacunärer Raum ausbreitet, den Greeff (184), Hoffmann (232), Semper und ich (299) zuerst aufgefunden haben und auf den wir beim Blutgefässsystem zurückkommen werden. An der Innenfläche dieses Blutsinus konnte ich (299) keine deutliche Epithelbekleidung bemerken, während Hamann (212) daselbst einen endothelartigen Zellenbelag angibt. Ferner wird der Innenraum des Sinus hier und da von feinen Fäden durchsetzt, welche die beiden Lamellen der Bindegewebsschicht miteinander verbinden. Beide Lamellen sind reich an ringförmig verlaufenden Bindegewebsfibrillen. Ausserdem beherbergt die äussere Lamelle, dem Sinus zugekehrt, eine Lage von Muskelfasern, die bei *Asterias rubens* L. einen ringförmigen Verlauf nehmen. Bei *Asterias vulgaris* Packard gibt Field (135), ohne den Sinus überhaupt zu erwähnen, an Stelle der eben beschriebenen Bindegewebslamellen nur eine Muskelschicht an, deren Fasern in den verschiedensten Richtungen verlaufen, doch so, dass die äussersten und die innersten Fasern rechtwinkelig zueinander liegen; auch behauptet er, dass in der Wand der männlichen Genitalschläuche die Muskulatur schwächer ausgebildet sei als in den weiblichen. In der Bindegewebsschicht können auch kleine, stäbchen- oder netzförmige Kalkkörperchen zur Ausbildung gelangen; Cuénot (93) fand solche bei *Culcita coriacea* M. u. Tr. und *Ophidiaster chinensis* Perr. Das innere Epithel liefert die Geschlechtsproducte und soll erst zusammen mit diesen im nächsten Abschnitte (s. S. 601, 603) betrachtet werden.

Der Bau der Ausführungsgänge ist erst bei wenigen Arten untersucht worden. Bei den Weibchen von *Asterina exigua* (Lam.) (V, 3) z. B. schliesst sich an die äussere Genitalöffnung ein Kanal (= Eileiter) an, der, nachdem er die Körperwand durchsetzt hat, an deren Innenseite eine Strecke weit dicht neben dem Genitalstrange (s. Blutgefässsystem) verläuft und dann schliesslich unmittelbar in die Genitalschläuche einmündet (V, 3). Seine Wand besteht aus einer äusseren feinlängsfaserigen Schicht und einem inneren Epithel, in dessen Tiefe grosse, einzellige, flaschenförmige Drüsen liegen, die wahrscheinlich ein Secret zur Umhüllung der austretenden Eier liefern. Bei den Männchen derselben Art bietet der Ausführungsgang (= Samenleiter) dieselben Verhältnisse dar, nur fehlen die Drüsenzellen, die übrigens auch bei den Weibchen vieler Arten (V, 2) in Wegfall gekommen sind. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, dass Hamann (212) in der Wand der Samenleiter bei *Asterias rubens* L. unter dem inneren Epithel ähnliche Gebilde, wie ich sie im Eileiter von *Asterina exigua* (Lam.) als Drüsenzellen beschrieben habe, angetroffen hat, aber geneigt ist, sie nicht als solche, sondern als Verdickungen einer inneren „homogenen“ Schicht der Bindegewebslage anzusehen.

5. Die Geschlechtsproducte und ihre Entstehung.

a. Die Samenkörperchen. Die von Rathke (444) entdeckten, von Kölliker (259) zum ersten Male abgebildeten Samenzellen der Seesterne sind seitdem bei allen darauf untersuchten Arten als stecknadelförmige, aus Kopf und Schwanz zusammengesetzte Gebilde erkannt worden. Wie schon Hoffmann (232) bei *Asterias rubens* L. und G. O. Sars (464) bei *Brisinga coronata* Sars bemerkten, ist der kleine Kopf von rundlicher Gestalt, der dünne Schwanzfaden verhältnissmässig lang und fadenförmig. Auch Cuénot (93) fand die Spermatosomen bei einer Reihe von Arten durchweg von ähnlicher Gestalt; nur bei *Asterina gibbosa* sah er den Kopf meistens von dreieckiger Form. Die Grösse des Kopfes schwankt nach demselben Forscher je nach den Arten von 1—3 μ; die Länge des Schwanzes kann bis 52 μ betragen. Genaueres über den feineren Bau der Samenkörperchen haben erst in den letzten Jahren Field (136) und E. Ballowitz*) mit Hülfe der modernen Technik ermittelt. Field unterscheidet am Kopfe des fertigen Spermatozoons den eigentlichen Kopf von einem darauffolgenden „Mittelstück". Der eigentliche Kopf besteht aus einem aus Kernsubstanz gebildeten, meistens mehr oder weniger kugeligen Haupttheile, dem Kern, und einem winzigen Centrosoma, das in ein vorderes Grübchen des Kernes eingelagert ist und bei manchen Arten, z. B. *Asterias glacialis* O. F. Müll. und *Chaetaster longipes* (Retz.), schon am lebenden Spermatozoon als ein stark glänzendes, kugeliges Körperchen erkannt werden kann; das Centrosoma scheint selbst wieder aus zwei verschiedenen Substanzen, einer äusseren und einer inneren, zusammengesetzt zu sein. Das hinter dem Kern gelegene, auch als Nebenkern bezeichnete Mittelstück ist erheblich kleiner als jener, von sphäroidaler Form und gewöhnlich nicht homogen, sondern von körnigem Inhalte. Centrosoma, Kern und Nebenkern werden von einer sehr zarten Zellmembran umhüllt. Nach Cuénot (93 und **) löst sich das Mittelstück sehr häufig von dem Köpfchen des reifen Samenfadens ab und geht verloren. Nach E. Ballowitz***), der das Mittelstück als Verbindungsstück bezeichnet, ist bei *Crossaster papposus* (Linck) das vordere Grübchen des Kopfes von einem besonderen „Ringkörper" umfasst. Bei derselben Art besitzt nach ihm der Schwanzfaden (die Geissel) ein deutlich abgesetztes, ungemein feines Endfädchen und umschliesst einen selbst wieder aus zwei bis drei Fäden zusammengesetzten Axenfaden, der sich durch das Mittelstück bis in das Innere des Kernes verfolgen lässt und hier an einem central gelegenen Endknöpfchen endigt.

Ausser den Samenzellen findet man nach Cuénot (93) im Samen reifer Thiere auch noch andere, mitunter amöboid bewegliche Zellen von

*) Bemerkungen etc. in: Internationale Monatsschrift f. Anat. u. Physiol. 11. Bd., 1894, p. 259.

**) Notes sur les Échinodermes. I. Ovogénèse et spermatogénèse. In: Zoolog. Anzeiger 1892, No. 387.

***) l. c.

kugeliger Form, theils mit vacuolisirtem Inhalte, theils mit Pigment beladen, die er für nicht zur Verwendung gekommene Bildungszellen anspricht.

b. Die Entstehung der Samenkörperchen geht von dem Innenepithel der Hodenschläuche aus, das sich bei geschlechtsreifen Thieren aus mehreren Schichten von Samenbildungszellen zusammensetzt. Zu äusserst liegen die Spermatogonien, zu innerst die Spermatiden und die durch deren Umbildung entstandenen, schliesslich das ganze Lumen erfüllenden Spermatosomen. Im einzelnen haben sich namentlich Cuénot (93, 99, *)) und Field (135, 136) um die Erforschung der feineren Vorgänge der Spermatogenese bemüht. Da Cuénot's Angaben durch die offenbar sehr sorgfältigen Untersuchungen Field's in vielen gewichtigen Punkten berichtigt worden sind, so beschränke ich mich hier darauf, die Hauptergebnisse des letztgenannten Forschers anzuführen. Nach ihm theilt sich jede Spermatogonie in zwei Spermatocyten und jede von diesen liefert wiederum durch eine Theilung zwei Spermatiden, sodass auf diese Weise je vier Spermatosomen von derselben Spermatogonie abstammen. Das Centrosoma des fertigen Samenkörperchens liess sich bis zur mitotischen Theilung der Spermatocyten zurückverfolgen. Das Mittelstück (Nebenkern) entsteht aus Körnchen, die im Zellplasma der Spermatide enthalten sind. Der Schwanzfaden wird von dem Zellplasma der Spermatide geliefert.

c. Die Eier der Seesterne (VI, 1), von denen Rud. Wagner**) und C. G. Carus***) die ersten Abbildungen veröffentlicht haben, sind neuerdings zu Studien über die Reifungs- und Befruchtungsvorgänge des thierischen Eies vielfach benutzt und dadurch ein sehr bekanntes Object geworden. Soviel wir wissen, sind sie bei allen Arten von kugelrunder oder doch (*Asterias rubens*) fast kugelrunder Form. Ihre Grösse bewegt sich, soweit genaue Angaben vorliegen, in den Maassen von 0,1—0,5 mm; sie messen z. B. bei *Asterias vulgaris* Packard 0,1, bei *Astropecten irregularis* Linck 0,15, bei *Asterias glacialis* O. F. Müll. 0,17, bei *Asterias rubens* L. 0,16—0,19, bei *Asterina gibbosa* (Penn.) 0,5 mm. Durch die Farbe und Menge ihrer Deutoplasma-Elemente erscheinen sie mehr oder weniger intensiv gefärbt und zwar in der Regel gelb, gelbroth, rosa, roth oder bräunlich; so z. B. sind sie gelblich bei *Asterias rubens*, gelb bis orange- oder rosagelb bei *Asterina gibbosa* (Penn.), hellrosa bis ganz blassbräunlich bei *Asterias glacialis* O. F. Müll., rothgelb bei *Brisinga coronata* Sars, roth bei *Crossaster papposus* Linck, braun bei *Echinaster sepositus* (Lam.). Die in das helle homogene Protoplasma des Dotters eingebetteten Deutoplasma-Bestandtheile (Dotterkörnchen) sind bald so klein, dass sie auch bei starker Vergrösserung noch als feine Pünktchen

*) l. c. 1892.

**) Prodromus historiae generationis. Lipsiae 1836, Tab. I, Fig. 3.

***) Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie, Heft V. Leipzig 1840, Taf. I, Fig. 1.

erscheinen, bald stellen sie gröbere Kügelchen dar. Nach Jatta (249) ballen sich bei *Asterias glacialis* in den noch nicht ganz reifen Eierstockseiern vorübergehend die Dotterkörnchen zu einem grösseren oder mehreren kleineren Klumpen zusammen, die er als Dotterkerne bezeichnet; im abgelegten Eie sind diese „Dotterkerne", deren Existenz übrigens Cuénot (99) durchaus in Abrede stellt, wieder verschwunden. Gewöhnlich ist die oberflächlichste Schicht (Ed. van Beneden's*) Rindenzone) der Dotterkugel weniger reich an Deutoplasma und dadurch durchsichtiger als der übrige Dotter, dessen Durchsichtigkeit überhaupt von der Menge des eingelagerten Deutoplasmas abhängt. Bei relativ geringer Menge desselben, z. B. bei *Asterias rubens* und *glacialis*, bleibt der Dotter fast ganz durchsichtig, während er bei stärkerer Anhäufung von Deutoplasma, z. B. bei *Asterina gibbosa*, völlig undurchsichtig wird. Das in der Regel mehr oder weniger excentrisch gelegene Keimbläschen ist kugelrund und verhältnissmässig gross; es misst z. B. bei *Asterias rubens* 30—40, bei *Asterias glacialis* 50 und bei *Astropecten irregularis* 62 μ. Seine deutlich abgegrenzte Membran umschliesst bei *Asterias glacialis* und *rubens* einen von einem protoplasmatischen Netzwerk durchzogenen Kernsaft, während Cuénot (93) behauptet, dass es bei anderen europäischen Arten vollkommen homogen sei. In der Regel ist nur ein einziger in dem Netzwerk gelegener Keimfleck vorhanden, dessen Durchmesser beispielsweise bei *Asterias rubens* 11—15, bei *Asterias glacialis* 15, bei *Astropecten irregularis* 18 und bei *Astropecten aurantiacus* 25 μ beträgt. Er ist gewöhnlich kugelrund, glänzend, und beherbergt in seiner im Uebrigen homogenen Substanz gewöhnlich eine oder mehrere kleine Vacuolen. Eine abweichende Gestaltung zeigt er in den Gattungen *Echinaster* und *Cribrella*. Hier fand ich (299) bei *Echinaster purpureus* (Gray) an Stelle eines einfachen Keimfleckes einen grossen Haufen von sehr kleinen Keimfleckchen und etwas Aehnliches beschreibt Cuénot (93) von *Echinaster sepositus* (Lam.) und**) von *Cribrella oculata* (Linck). Aeusserlich ist die Eizelle von einer schon im Eierstocke gebildeten, glashellen, farblosen, gallertigen Hülle umgeben, die von den Autoren mit den verschiedensten Namen belegt worden ist. Joh. Müller nennt sie Eiweissschicht, Hoffmann Dotterhaut, G. O. Sars und Ed. van Beneden Chorion, Greeff Gallertzone, O. Hertwig Zona pellucida, Fol Schleimschicht oder Oolemma, Hamann Gallertschicht, Cuénot Zona radiata (Dotterhaut). An den noch im Eierstocke befindlichen Eiern misst sie z. B. bei *Asterias rubens* 3—4 μ, bei *Asterias glacialis* 7,5 μ und lässt dann auch bei diesen beiden Arten eine radiäre, bei anderen Arten bis jetzt noch nicht beobachtete Streifung erkennen. Nach der Ablage der Eier aber quillt die Hülle unter der Einwirkung des Seewassers stark auf, verliert dann auch bei *Asterias glacialis* und *rubens* die erwähnte radiäre Streifung und erreicht

*) Bull. de l'Acad. roy. de Belgique (2. sér.), T. 41, 1876, p. 58.

**) Zoolog. Anzeiger 1892, Nr. 387.

nunmehr eine bedeutende Dicke, bei *Asterina gibbosa* z. B. eine Dicke von 90 μ. Vermittelst ihrer Gallerthülle können die abgelegten Eier sowohl untereinander verkleben, als auch, z. B. bei *Asterina gibbosa*, an Gegenstände der Aussenwelt (Steine, Pflanzen) angekittet werden. Nach innen von der Gallertschicht gibt O. Hertwig (229) wie schon früher Greeff (185) noch eine, die Dotteroberfläche unmittelbar bedeckende zarte homogene Haut an, in der der Erstgenannte die fester gewordene innerste Lage der Gallertschicht sieht; andere Beobachter dagegen, z. B. Ed. van Beneden, konnten sich von dem Vorhandensein dieser inneren Umhüllungsmembran nicht überzeugen.

Zwischen den fertigen Eiern fand Cuénot (93) im Inneren der Ovarialschläuche (ähnlich wie in den Hodenschläuchen) auch noch amöboide, bald vacuolisirte, bald pigmentirte Zellen, die er für nicht zur Verwendung gekommene, den Blutkörperchen homologe Zellen ansieht.

d. Die Entstehung der Eier. Seit Hoffmann's (232) und meinen*) Mittheilungen stimmen alle Beobachter darin überein, dass die Eizellen aus Zellen des Innenepithels der Ovarialschläuche entstehen. Dieses Epithel (Keimepithel) ist bei jungen Thieren aus Zellen gebildet, die bei *Asterias rubens* (V, 4) etwa 5,7 μ gross sind und einen 2,8—4,3 μ grossen Kern besitzen. Ein grosser Theil derselben wächst zu Eizellen heran, indem sie sich immer mehr vergrössern und mit Deutoplasma beladen. Bei ihrer Grössenzunahme heben sie die benachbarten Epithelzellen mit in die Höhe (VI, 2) und wölben sich, von diesen nach Art eines Follikels umlagert, gegen das Lumen der Schläuche vor. Bei weiterem Wachsthume der Eizelle nimmt sie eine gestielte birnförmige Gestalt an, indem sie mit breiter Basis mit der Innenwand des Genitalschlauches in Verbindung bleibt, im übrigen aber in dessen Lumen hineinragt. Die zu Follikelepithelzellen gewordenen Zellen haben sich unterdessen zu einer einschichtigen Lage rings um das Ei mit Ausnahme seiner Basis geordnet und haben zugleich eine starke Abplattung erfahren. Zwischen der Eizelle und dem Follikelepithel erfolgt die Absonderung der gallertigen Hülle des Eies. Schliesslich löst sich das nun fertige Ei von der Innenwand der Schläuche ganz ab und fällt frei in das Lumen, während das von Fol (143) und O. Hertwig (229) zuerst nachgewiesene Follikelepithel seinen Zusammenhang nach und nach lockert und zu Grunde geht. Nach Hamann (212), dem ich im Vorstehenden zunächst gefolgt bin, ist die Gallerthülle ein Absonderungsproduct der Follikelzellen — eine Auffassung, zu der schon Ed. van Beneden**) hinneigte.

Im Gegensatze zu der eben gegebenen Darstellung der Eibildung stellte Cuénot das Vorkommen echter Eifollikel erst durchaus in Abrede (93, 99), nahm aber später***) eine weniger entschiedene Stellung in

*) Ueber die Eibildung im Thierreiche. Würzburg 1874, p. 9.

**) l. c. Bull. Acad. Belg. 1876.

***) Zool. Anzeiger 1892, Nr. 387.

dieser Frage ein. Er ist jetzt der Meinung, dass die für Follikelzellen gehaltenen Zellen eine Art von amöboiden Dotterbildungszellen darstellen, die auf der Oberfläche des heranwachsenden Eies umherkriechen. Früher dagegen bezeichnete er das „Follikelepithel" als eine die Eizelle umhüllende Bindegewebslage, indem er dabei von der übrigens schon von Fol (143) geäusserten und neuerdings auch von Field (135) vertretenen Auffassung ausging, dass die Ovarialschläuche überhaupt kein freies Lumen haben, sondern von einem bindegewebigen Stroma durchzogen seien, in dessen Maschen sich die Eier entwickeln. Bei den Echinasteriden und Asteriniden will er sich davon überzeugt haben, dass die Zellen dieses Stromas die nachher in die Eizelle einrückenden Deutoplasma-Elemente produciren. Die Gallerthülle des Eies hält er für eine von der Eizelle selbst gelieferte echte Zellmembran.

X. Blutgefässsystem.

Als Blutgefässsystem bezeichne ich das hier zu beschreibende Organsystem der Seesterne, weil es in seinem feineren Baue und wenigstens in seiner allgemeinen Anordnung mit denjenigen Organen übereinstimmt, die ich im ersten Buche dieses Werkes bei den Seewalzen (p. 198) Blutgefässe genannt habe. Dabei verkenne ich durchaus nicht, dass man es vielleicht ebenso gut als ein System von Lymphräumen und Lymphdrüsen bezeichnen könnte. Um aber der physiologischen Deutung an dieser Stelle in keiner Weise vorzugreifen, will ich versuchen, hier lediglich eine Schilderung des anatomischen Verhaltens zu geben. Auch ohne das Wort „Blutgefässe" anzuwenden lässt sich eine solche liefern.

Es handelt sich, wie wir im Folgenden des Näheren sehen werden, um ein in sich zusammenhängendes Organsystem (VI,9), an dem wir als Hauptheile unterscheiden können:

1. einen den Mund umkreisenden = oralen Ring (s. S. 608);

2. einen der Rückenwand der Scheibe von innen her anliegenden = aboralen Ring (s. S. 612);

3. ein diese beiden Ringe verbindendes, im Interbrachialseptum des Steinkanales gelegenes und darum vorläufig Septalorgan zu nennendes Organ (s. S. 605).

Als peripherische Theile gehen von den beiden Ringen Stränge ab, die theils den Radialkanälen des Wassergefässsystemes folgen (s. S. 611), theils die Genitalorgane (s. S. 613) und den Magen (s. S. 614) versorgen; jene entspringen vom oralen, diese vom aboralen Ringe.

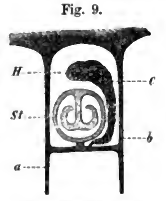
In ihrem feineren Baue zeigen alle Theile des ganzen Organsystemes dieselbe Neigung zur Geflechtbildung und denselben Mangel eines deutlichen Innenepithels, wie wir das bei den Blutgefässen der Holothurien (S. 201) kennen gelernt haben.

1. Das Septalorgan.

In demselben schlauchförmigen Kanal, in dem wir bei Betrachtung des Wassergefässsystems (s. S. 564) dem Steinkanale begegneten, liegt neben diesem ein weiches, unverkalktes Organ, von dem wir bei der Beschreibung des Blutgefässsystemes ausgehen wollen.

Der schlauchförmige Kanal selbst ist ein Hohlraum, der sich im Inneren des betreffenden interbrachialen Septums befindet (s. auch S. 617). Die nebenstehende Figur gibt einen schematischen Querschnitt durch den schlauchförmigen Kanal, den Steinkanal und das neben diesem gelegene, uns hier interessirende Organ. Dabei ist zu bemerken, dass, wie v. Siebold (491) und später ich (299) hervorgehoben haben, die Lagebeziehung des Organes zum Steinkanal insofern eine constante ist, als dasselbe stets rechts vom Steinkanal liegt, wenn man sich in der dorsoventralen Axe des mit dem Munde nach unten gerichteten Seesternes stehend denkt und das Gesicht dem Steinkanale zuwendet. Die Geschichte des Organes und seiner Benennung ist eine ziemlich verwickelte.

Fig. 9.



Schematischer Querschnitt durch d. schlauchförmigen Kanal (*H*), das Septalorgan (*C*) und den Steinkanal (*St*) eines Seesterns, von der Dorsalseite gesehen; *a*, *b*, die linke und rechte Lamelle des interbrachialen Septums.

Der Erste, der es gesehen hat, war Kade (252). Spix (512) hat es ebenfalls bemerkt und bei *Asterias rubens* als einen gelatinösen, bläulichen Kanal beschrieben, in dem er ganz mit Unrecht einen Theil des von ihm gesuchten männlichen Apparates sah. Auch Konrad (261) hat das Organ gefunden und abgebildet, ohne es deuten zu können; er schildert es als ein „stratum satis crassum glandulosum molle bruneum“. Tiedemann (544) gab die erste nähere Beschreibung des von ihm als „herzähnlichen Kanal“ oder kurz als „Herz“ bezeichneten Gebildes. Bei *Astropecten aurantiacus* ist es nach seinen Angaben 1 Zoll lang, an seiner breitesten Stelle gegen 3 Linien dick und von bräunlicher Farbe. Delle Chiaje (83) schildert dasselbe Organ als einen gelatinösen, gelblichen, dicken, glatten Körper, der den Steinkanal seiner ganzen Länge nach begleitet. Volkmann (563), v. Siebold (491) und Joh. Müller (370; 1849) schlossen sich der Tiedemann'schen Auffassung an. Später aber gelangte Greeff (182) durch ein Missverständniss der Tiedemann'schen Beschreibung zu der irrigen Meinung, das hier in Rede stehende Organ sei erst von ihm entdeckt worden; er wollte darin ein „kiemenartiges Organ“ erkennen und verglich es seiner Form nach, da er auf seiner ganzen Oberfläche verzweigte lappenförmige Anhänge bemerkte, mit einer traubenförmigen Drüse. Nachdem Greeff's Missverständniss durch mich (299) aufgeklärt war und kurz vorher Teuscher (536) eine mit Tiedemann im Ganzen übereinstimmende kurze Beschreibung des Organes gegeben hatte, wurde dasselbe zunächst

wie bei Tiedemann als „Herz“ oder als „Herzgeflecht“ (ich) bezeichnet. In der Folgezeit aber trat bei weiterem Eindringen in den feineren Bau sein drüsiger Charakter, an den schon Konrad, Hoffmann (232) und Greeff gedacht hatten und auf den wohl zuerst Jourdain (253) und dann Perrier und Poirier (422) ausdrücklich hingewiesen hatten, immer mehr in den Vordergrund. Je nachdem der betreffende Forscher die eine oder andere Function oder lediglich die morphologische Bedeutung in dem Namen andeuten wollte, wurde nunmehr bald diese, bald jene Benennung gewählt. So nannte es Hamann (212) das „Chromatogen-Organ“, Perrier (414, 416, 418) erst eiförmige Drüse („glande ovoïde“), dann Collateral-Organ, schliesslich den plastidogenen Körper („corps plastidogène“), Cuénot (91, 92, 93) wieder die eiförmige Drüse („glande ovoïde“), Vogt und Yung (562) das Dorsalorgan und Lang*) das Axialorgan. Wenn wir eine morphologische Benennung vorziehen, so müssten wir uns für eine der letzteren entscheiden; doch passt von diesen weder die eine, noch die andere so recht, da das Organ weder vorzugsweise der Dorsalregion des Thieres angehört, noch auch in dessen Axe liegt. Wäre es in Erwägung, dass es, soweit wir wissen, ausnahmslos in dem schlauchförmigen Kanal des Septums liegt, nicht am einfachsten, unser Organ dieser Lage entsprechend einstweilen das Septalorgan zu nennen? Wir wollen diesen Namen im Folgenden zur Anwendung bringen (s. aber auch S. 616).

Macroscopisch stellt sich das Septalorgan als ein weicher, dorsalwärts an Dicke zunehmender Strang dar, der dicht neben dem Steinkanal an die Innenwand des schlauchförmigen Kanals befestigt ist. Seine von Tiedemann irrthümlich glatt genannte Oberfläche ist mit läppchenförmigen Erhebungen besetzt, die sich häufig zu einem netzförmigen Gefüge miteinander verbinden. Durch das in den Inhaltszellen des Organes aufgespeicherte Pigment erscheint das Organ im Ganzen gefärbt, entweder gelblich bis bräunlich (z. B. bei *Astropecten*-Arten), oder röthlichblau bis violett (z. B. bei *Asterias rubens*, bei *Cribrella* und *Echinaster*). Die Befestigung an die Innenwand des schlauchförmigen Kanales wird nach Art eines Mesenteriums durch eine von Wimperepithel überkleidete, bindegewebige Platte vermittelt, zwischen deren Fasern Vogt und Yung auch dünne Muskelbündel gesehen haben wollen.

In histologischer Beziehung (VI, 10) sind wir über den Bau des „Herzens“ trotz der darauf verwandten Bemühungen verschiedener Forscher noch nicht ganz befriedigend aufgeklärt, da sich die darüber vorliegenden Angaben in manchen Punkten widersprechen. Die Grundmasse (das Gerüst) des Organes besteht aus einem faserigen Gewebe, welches eine Menge von Hohlräumen umschliesst und oberflächlich von einem Epithel überkleidet ist.

---

*) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere, Echinodermen. Jena 1894, p. 1036.

Das oberflächliche Epithel ist nach Hoffmann (232), Hamann (212) und Vogt und Yung (562) ein Wimperepithel, das nach Hamann aus cubischen, nur auf dem dorsalen Endstück des Organes cylindrischen Zellen besteht und eine Fortsetzung des den ganzen schlauchförmigen Kanal auskleidenden Zellbelages ist. Cuénot (93) dagegen leugnet, dass dieses Epithel eine zusammenhängende Lage darstelle; nach ihm ist es an zahlreichen Stellen, die dem von ihm behaupteten Austritt von Lymphzellen aus dem Inneren des Organes dienen, unterbrochen.

Das faserige Grundgewebe des Organes ist nach Hoffmann (232) und Teuscher (536) lediglich aus kräftigen Bindegewebsfasern aufgebaut, zwischen denen ich (299) auch noch feinere Fasern antraf, die mir muskulöser Natur zu sein schienen. Demgegenüber betont Hamann (212), dass er nur jene erste, offenbar bindegewebige Fasernsorte gefunden habe, und auch Cuénot (93) konnte keine Muskelfasern bemerken.

Die inneren Hohlräume stellen nach Hamann Kanäle von 0,03—0,05 mm Durchmesser (bei *Asterias rubens*) dar, die vorzugsweise in der Längsrichtung des ganzen Organes verlaufen und miteinander anastomosiren, sodass das ganze Innere, wie schon Greeff (182) und ich (299) früher bemerkt hatten, mit einem Gefässgeflecht zu vergleichen wäre. Auch Vogt und Yung lassen die Innenräume (bei *Astropecten aurantiacus*) in der mannigfaltigsten Weise miteinander in Verbindung treten, während Cuénot (93) sich mehr der Ansicht zuneigt, dass die Innenräume nicht anastomosirende Kanäle, sondern voneinander gesonderte Lücken (Maschen) der netzförmig angeordneten Grundmasse darstellen. Andere Differenzen bestehen hinsichtlich der Ausfüllung der Innenräume. Greeff's Angabe, dass sie von einem Wimperepithel ausgekleidet seien, hat sich durch alle späteren Untersuchungen als ein Irrthum heraus gestellt. Hoffmann und Teuscher aber gehen noch weiter und stellen wenigstens bei den erwachsenen Thieren überhaupt jegliche Lumina der Innenräume in Abrede; die Räume sind nach ihrer Ansicht ganz von Zellen ausgefüllt. Durch meine eigenen Untersuchungen gelangte ich alsdann zu der Auffassung, dass zwar ein zusammenhängendes inneres Epithel nicht vorhanden sei, dass man aber doch ein Lumen und einen unregelmässigen zelligen Wandbelag in den Innenräumen zu unterscheiden habe, und dass ferner nicht selten durch eine stärkere Anhäufung der Inhaltszellen das ganze Lumen vorübergehend ausgefüllt werden könne. Aehnlich lauten die Ergebnisse Hamann's, jedoch mit dem Unterschiede, dass er die Wand der Innenräume von einem zusammenhängenden einschichtigen Epithel besetzt sein lässt. Die Zellen dieses Epithels, die nach Hamann bei *Asterias rubens* 8—9, nach meinen Beobachtungen bei *Astropecten aurantiacus* 6—8 μ gross und von kugeliger Form sind, auch einen deutlichen (3—4 μ grossen) Kern mit scharf ausgeprägtem Kernkörperchen besitzen, beladen sich nach Hamann bald mehr, bald weniger mit Pigmentkörnchen und lösen sich nach und nach von der Wand ab um frei in das Lumen zu gerathen; im Uebrigen sei das Lumen ausgefüllt von einer von den Inhaltszellen abgeschiedenen

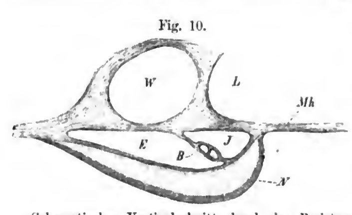
gerinnungsfähigen Flüssigkeit. Vogt und Yung bestätigten im Wesentlichen diese Befunde Hamann's und auch Cuénot's Untersuchungen ergaben, dass man jedenfalls im Inneren der Hohlräume nur einerlei Sorte von Zellen antrifft, wenn er auch deren Anordnung zu einer deutlichen Epithellage nicht zugibt. Er bezeichnet die nach ihm ganz unregelmässig geordneten, bald der Wand anliegenden, bald frei im Lumen befindlichen, in Bildung und Vermehrung begriffenen Zellen als Lymphzellen (Amöbocyten), die sich amöboid bewegen und mit Pigment beladen.

2. Der orale Ring.

Mit seinem ventralen Ende tritt das Septalorgan in die Umgebung des Mundes ein und setzt sich hier in einen den Mund umkreisenden Strang fort. Ohne jetzt schon der Frage näher zu treten, ob sich diese Einrichtung bei allen Seesternen nachweisen lässt, wollen wir zunächst die Verhältnisse kennen lernen, wie sie sich bei der Gattung *Asterias* (und nach meinen Beobachtungen auch bei der Gattung *Astropecten*) in anatomischer Hinsicht darbieten. Zu diesem Zwecke erscheint es angebracht, auf die geschichtliche Entwicklung, welche die Kenntniss und Benennung der hier in Betracht kommenden Theile genommen hat, näher einzugehen.

Tiedemann (544) war der Erste, der einen oralen Ringkanal, der mit dem Septalorgane in Zusammenhang stehe, beschrieb und zum Blutgefässsystem rechnete. Joh. Müller (371) bestätigte die Existenz dieses Ringkanales und auch Greeff, der anfänglich (181) das Tiedemann'sche Blutgefässsystem ebenso wie schon vorher Jourdain (254) ganz in Abrede gestellt hatte, hat sich später (182) Tiedemann's Auffassung angeschlossen; desgleichen Hoffmann (232), Lange (276) und Teuscher (536). Danach schien es, als sei das Vorkommen eines vom Septalorgan ausgehenden, den Mund umkreisenden Ringorganes genügend aufgeklärt. Demgegenüber erbrachte dann ich (299) den Nachweis, dass dem doch nicht so ist. Der von Tiedemann beschriebene orale Blutgefässring ist zwar vorhanden, ist aber ein Gebilde, das keineswegs eine Fortsetzung des Septalorganes darstellt. Um das zu erläutern, will ich auch hier wie schon damals (299) an der Hand des nebenstehenden Holzschnittes auseinandersetzen, welche Gebilde und unter welchen Bezeichnungen bis dahin als Blutgefässe der Mundumgebung beschrieben worden waren. Die Figur (vergl. auch III, 2, 3)

Fig. 10.



Schematischer Verticalschnitt durch das Peristom eines Seesterns (in der Richtung eines Interradius); *L*, Leibeshöhle, *Mh*, Mundhaut, *W*, Wassergefässring, *N*, Nervenring, *B*, oraler Blutgefässring, *J*, innerer, *E*, äusserer oraler Pseudohämalring.

stellt einen Schnitt durch einen interradialen Bezirk des Peristoms bei *Asterias rubens* dar. Der von Tiedemann als Blutgefässring beschriebene Kanal ist mit J bezeichnet. Ausser diesem Ringkanale erwähnt Tiedemann noch ein anderes, gleichfalls den Mund umkreisendes, „orangefarbenes Gefäss“, das in unserer Figur mit E bezeichnet ist und dessen äussere, bei *Astropecten aurantiacus* lebhaft orangefarbene Wand wesentlich aus dem uns bereits bekannten Ringnerven (s. S. 548) gebildet wird. Greeff entdeckte, dass der Kanal E zu dem Ringnerven in demselben Verhältnisse steht wie der von ihm als Nervengefäss bezeichnete radiale Pseudohämalkanal (= Hyponeuralkanal) zu dem Radialnerven. Er nannte deshalb den Kanal E den oralen „Nervengefässring“ im Gegensatze zu dem Kanale J, der bei ihm oraler „Blutgefässring“ heisst. Hoffmann kannte ebenfalls die beiden Kanäle J und E, rechnete sie beide zum Blutgefässsystem und bezeichnete den Kanal J als medialen, den Kanal E als lateralen oralen Blutgefässring. Teuscher übertrug die von Greeff für den Kanal E gebrauchte Benennung „Nervengefässring“ auf den Kanal J und nannte dafür den Kanal E „Nervengefässkammerring“. Lange schloss sich in der Auffassung der beiden Kanäle an Greeff an und wendete demzufolge auf den Kanal J den Namen „Blutgefässring“ an.

Bei meinen Untersuchungen stellte sich heraus, dass zwischen den beiden Kanälen J und E im Inneren der dieselben trennenden Scheidewand ein dritter Kanal oder besser gesagt ein strangförmiges System von Kanälen den Mund umkreist. Dieser Strang, dessen Lumina in unserem Holzschnitte mit B bezeichnet sind, ist es, in den sich das ventrale Ende des Septalorganes fortsetzt. Derselbe war bis dahin entweder ganz übersehen oder nicht in seiner wahren Natur als Fortsetzung des Septalorganes erkannt worden. Schon Tiedemann erwähnte bei *Astropecten aurantiacus* einen „weissen Ring“, der, wenn man das „orangefarbene Gefäss“ (= N + E in unserem Holzschnitt) entfernt habe, an dem äusseren Rande des Kanales J sichtbar werde. Damit ist nichts anderes gemeint als unser Kanalsystem B mitsammt der dasselbe in sich einschliessenden Scheidewand. Auch die Notiz von Greeff (182): „An der inneren Wandung des oralen Gefässringes, in das Lumen desselben hineinragend, sieht man sehr häufig bei guten Durchschnitten eine wulstartige Verdickung, anscheinend mit einer inneren Höhlung. Dieser, also innerhalb des Gefässes liegende Strang oder Schlauch hängt möglicherweise mit dem kiemenartigen Organ, das neben dem Steinkanal verläuft, zusammen“, kann nur auf das Kanalsystem B bezogen werden. Endlich zeichnete auch Teuscher in einer seiner Abbildungen an der Scheidewand zwischen E und J zwei kleine, in den Kanal J vorspringende wulstige Erhebungen ohne sie indessen näher zu erläutern. Sie sind offenbar identisch mit der von Greeff angegebenen „wulstartigen Verdickung“.

Den Greeff'schen Angaben konnte ich (299) hinzufügen, dass man die mit B bezeichneten Räume nicht nur sehr häufig, sondern bei *Asterias rubens* und *Astropecten aurantiacus* stets an guten Verticalschnitten

begegnet, dass man sie ferner auch an Horizontalschnitten durch das Peristom findet und sich dadurch überzeugt, dass es sich hier in Wirklichkeit um ein den Mund umkreisendes Gebilde handelt. Ueberdies lässt sich an solchen Schnitten wie auch durch macroscopische Präparation grosser Exemplare von *Astropecten aurantiacus* feststellen, dass das in Rede stehende Ringorgan thatsächlich, was Greeff nur vermuthete, eine Fortsetzung des Septalorganes ist. Auch die innere Höhlung, von der Greeff spricht, ist wirklich in dem Organe B enthalten, aber sie ist keine einfache, sondern man sieht auf demselben Querschnitte gewöhnlich zwei oder drei Lumina nebeneinander. An Horizontalschnitten durch das Peristom oder, wenn man eine Strecke weit die zwischen J und E befindliche, das Organ B tragende Scheidewand ausschneidet und sich so das Organ B von der Fläche zur Ansicht bringt, erkennt man, dass dasselbe aus einer geringen Anzahl geflechtartig miteinander verbundener Räume besteht. In der bindegewebigen Structur ihrer Wandung und in der Gestalt ihrer Inhaltszellen stimmen diese Räume ganz mit jenen überein, die wir im Innern des Septalorganes kennen gelernt haben. Es verläuft also in der zwischen den Kanälen J und E gelegenen Scheidewand eine Fortsetzung des Septalorganes.

Nachdem ich diese Beobachtungen veröffentlicht hatte (299), haben sich verschiedene Forscher mit der Angelegenheit beschäftigt. Zunächst Perrier und Poirier (422), die das Ringorgan B (bei *Asterias rubens* und *glacialis*) rundweg als nicht vorhanden erklärten.

Aber schon der nächste Forscher, Hamann (212), konnte (bei *Asterias rubens*) meine Angaben vollständig bestätigen. Alsdann gab auch Perrier (414) (bei *Asterias hyadesi*) wenigstens zu, dass das ventrale Ende des Septalorganes an die die Kanäle J und E trennende Scheidewand herantritt. Cuénot (93) gelangte zu demselben Ergebnisse und behauptete mit aller Bestimmtheit, dass trotz dieser Verbindung des Septalorganes mit der Scheidewand diese letztere durchaus solide sei und dass die von mir darin gesehenen Räume keine Fortsetzungen des Septalorganes, sondern Kunstproducte darstellen. Diese ablehnende Auffassung gab er aber drei Jahre später (99) selbst auf und bestätigte nunmehr, durch neue Beobachtungen an *Asterias rubens, glacialis* und *tenuispina,* dass bei diesen Arten das von mir beschriebene, vom Septalorgan herkommende und in der Scheidewand gelegene Ringorgan B (sein „anneau plastidogène *oral*") wirklich vorhanden ist (VII, 1) und in Bau und Inhalt völlig mit dem Septalorgan übereinstimmt. Indessen gab er das Auftreten dieses Ringorganes nur für die Gattung *Asterias* zu, indem er für die übrigen Seesterne an seiner (übrigens durch keine neuen Beobachtungen gestützten) früheren ablehnenden Ansicht festhielt. Ich kann es nur mit Befriedigung hinnehmen, dass meine Angaben nun endlich auch von Seiten der französischen Forscher nach langem, nicht durch mich verschuldeten Leugnen als zutreffend anerkannt worden sind, und hege kaum mehr einen Zweifel daran, dass die Dinge sich bei weiteren Untersuchungen auch für die

Gattung *Astropecten* und die meisten, wenn nicht alle, übrigen Seesterne in demselben Sinne klären werden, wie es für die Gattung *Asterias* geschehen ist*).

3. Die Radialstränge.

Lange (276) und Teuscher (536) haben gleichzeitig und unabhängig voneinander in dem verticalen Septum, das den nach innen vom Radialnerven, zwischen diesem und dem radialen Wassergefäss, gelegenen Pseudohämalkanal der Länge nach durchzieht, einen gefässartigen Raum (III, 1) entdeckt, den Teuscher das „Centralnervengefäss" nannte. Teuscher stellte das Vorkommen dieses Organes bei mehreren Gattungen (*Astropecten*, *Luidia*, *Ophidiaster*, *Echinaster*, *Asterina*) fest, leugnete aber entschieden, dass auch die Gattung *Asterias (A. rubens* und *tenuispina)* damit ausgestattet sei. Indessen gerade bei *Asterias (A. rubens)* hatte Lange zur selben Zeit das gleiche Gebilde aufgefunden und meine eigenen Beobachtungen (299) stimmten damit überein. Sonach kam ich zu dem Schlusse, dass es sich hier um eine allen Seesternen gemeinsame Einrichtung handle. Meine Untersuchungen zeigten ferner, dass das in Rede stehende Radialorgan einen geflechtartigen Bau besitzt, indem man auf dem Querschnitt durch dasselbe bald ein, bald mehrere Lumina antrifft. Auch konnte ich feststellen, dass das Radialorgan direct aus dem oralen, mit dem Septalorgan zusammenhängenden Ringe entspringt und im feineren Baue seiner Wandung und seines Inhaltes mit dem Ringorgan und dem Septalorgan übereinstimmt. Diese Beobachtungen haben bei den späteren Forschern ein ähnliches Geschick gehabt wie meine Angaben über das Ringorgan: erst wurden sie als unrichtig hingestellt und schliesslich als zutreffend anerkannt. Auch hier waren es Perrier und Poirier (422), die einfach erklärten, das von Lange, Teuscher und mir beschriebene Gebilde existire gar nicht (bei *Asterias*). Aber schon Hamann (212) bestätigte sein Vorkommen bei *Asterias rubens* und ebenso Cuénot (93, 99) bei derselben Gattung. Für *Echinaster*, *Asterina, Gymnasteria, Astropecten* und *Luidia* jedoch glaubte Cuénot auf Grund seiner Untersuchungen das Vorhandensein des Organes in Abrede stellen zu müssen; die bezüglich der Gattungen *Astropecten*, *Luidia*, *Echinaster* und *Asterina* entgegenstehenden Angaben von Teuscher suchte er auf eine ungeeignete Conservirung und Behandlung des Untersuchungsmateriales zurückzuführen. Da aber zur gleichen Zeit Vogt und Yung (562) die Richtigkeit der Teuscher'schen Befunde gerade für eine der hier in Betracht kommenden Gattungen *Astropecten* bestätigen, so müssen wohl auch für die übrigen von Cuénot genannten Gattungen neue Untersuchungen angestellt werden, um endgültig darzuthun, ob wirklich, wie er meint, das uns hier beschäftigende

*) Vor kurzem hat auch für *Asterina* Russo sich im Gegensatze zu Cuénot von der Richtigkeit meiner Angabe überzeugt (Atti R. Accad. Scienze fis. e mat. Napoli, 2. Ser Vol. VI, Nr. 14. Napoli 1894).

radiale Organ nur den Asteriiden oder, wie mir scheint, den meisten oder allen Seesternen zukommt*).

Während seines Verlaufes entsendet das radiale Organ in der Richtung zu jedem Füsschen einen Seitenzweig, der im Inneren einer entsprechenden seitlichen Fortsetzung des verticalen Septums verläuft und sich bis an die Basis des Füsschens verfolgen lässt. Nachdem Teuscher (536) diese Seitenäste bei *Astropecten* entdeckt und ich (299) sie auch bei *Asterias* gefunden hatte, ist ihr Vorkommen bei der letztgenannten Gattung durch Hamann (212) bestätigt worden. Cuénot (99) dagegen stellt sie bei allen Seesternen durchaus in Abrede.

4. Der aborale Ring.

Was das dorsale Ende des Septalorganes anbetrifft, so war Delle Chiaje (83) der Ansicht, dass es sich am adcentralen Rande der Madreporenplatte nach aussen öffne. Wie aber alle späteren Untersuchungen gezeigt haben, ist eine derartige Oeffnung in Wirklichkeit niemals vorhanden. Ganz unentschieden äusserte sich Hoffmann (232), indem er es dahingestellt sein lässt, ob das Organ ein blindes Ende besitze oder mit einer offenen Mündung sich in den schlauchförmigen Kanal ergiesse. Letzteres ist jedoch ebensowenig zutreffend, wie die Meinung von Teuscher, dass sich das Organ „in die hervorragende Spitze“ des interbrachialen Septums befestige. Bei *Asterias*, *Astropecten* und *Asterina* konnte ich (299) feststellen, dass das Organ mit seinem Endabschnitt in die kleine Höhle eintritt, in der sich die Ampulle des Steinkanales (s. S. 563) befindet und die selbst nur eine Fortsetzung des schlauchförmigen Kanales darstellt. Der Endabschnitt durchsetzt diese Höhle und befestigt sich schliesslich an deren Wand in der Richtung nach dem Scheibencentrum hin. Wie im schlauchförmigen Kanal, so ist das Organ auch in jener Höhle durch eine bindegewebige Membran nach Art eines Mesenteriums aufgehängt. Ob aber von der Endbestigung des Organes aus seine Substanz sich noch weiter in das Innere der dorsalen Körperwand fortsetzt, konnte bisher nicht sicher ermittelt werden.

Kurz vor seiner dorsalen Endigung gibt das Septalorgan ein an der Innenseite der Rückenwand des Körpers liegendes aborales Ringorgan ab, das in abgerundet pentagonalem Verlaufe so angeordnet ist, dass seine Ecken in die Richtung der Interradien fallen. Dieses aborale (dorsale) Ringorgan befindet sich im Inneren eines pseudohämalen, denselben Verlauf nehmenden Ringkanales (s. S. 618), der mit dem schlauchförmigen Kanale communicirt und dessen Fortsetzung bildet. Schon Greeff (184) hatte die Angabe gemacht, dass er in dem dorsalen pseudohämalen Ringkanale (er nennt ihn den „dorsalen Blutring“) bei *Asterias rubens* einen lappigen Wulst gesehen habe, der an der der Leibeshöhle zugekehrten Wand des Kanales befestigt sei und einen continuirlichen Strang darstelle, der

*) Für *Asterina* hat diesen Nachweis bereits Russo (l. c.) vor kurzem erbracht.

den ganzen Kanal durchziehe und mit dem Septalorgane zusammenhänge. Ich (299) konnte diese Angabe bestätigen und hinzufügen, dass namentlich bei grösseren Arten, z. B. *Astropecten aurantiacus*, jener Strang in seinem geflechtartigen Bau mit den ventralen Fortsetzungen des Septalorganes übereinstimmt. Das Gleiche fand Hamann (212); doch glaubte er, von den Räumen, die auf einem Querschnitte durch das dorsale Ringorgan (VII, 2) zu sehen sind, einen, der am meisten centralwärts liegt, als etwas von den übrigen Verschiedenes, als ein besonderes Organ für sich, ansehen zu müssen, das er als den „excretorischen Kanal" bezeichnete. Im Inneren der Räume des dorsalen Ringorganes fand er an Stelle eines deutlichen Epithels eine unregelmässige Ausfüllung von Zellen. Die Gründe aber, die Hamann dafür vorbringt, dass sein „excretorischer Kanal" von den übrigen Räumen des dorsalen Ringorganes wesentlich verschieden sei, erscheinen mir so wenig stichhaltig, dass ich bei der Meinung bleiben muss, es sei jener „excretorische Kanal" nichts Anderes als der am meisten centralwärts gelegene Raum unseres dorsalen Ringorganes selbst. Cuénot (93, 99) bestätigte ebenfalls meine Befunde. Bei jungen Thieren liegt das aborale Ringorgan (sein „cordon génital") nach seinen Beobachtungen ganz lose in seinem Pseudohämalkanal und befestigt sich erst später an dessen Wand. Mitunter, namentlich bei *Echinaster sepositus*, bemerkte er, dass das Ringorgan mit sammt seinem Pseudohämalkanal sich zwischen den interbrachialen Septen in zwei oder drei nebeneinander laufende Stränge aufgelöst hatte. Oberflächlich ist nach ihm das dorsale Ringorgan von einem Pflasterepithel bekleidet und im Inneren ebenso gebaut, wie das Septalorgan, von dem es herkommt.

5. Die Genitalstränge.

Von dem aboralen Ringorgan geht nach meinen Beobachtungen (299) jederseits von jedem interbrachialen Septum ein distal gerichteter Strang ab, der zu den Geschlechtsorganen läuft (s. S. 595) und demgemäss als Genitalstrang zu bezeichnen ist. An den Geschlechtsschläuchen angelangt, setzt sich das einfache oder mehrfache Lumen des Stranges in den lacunären Raum (Blutsinus) fort, den wir (s. S. 599) zwischen den beiden Bindegewebslamellen der Genitalwandung angetroffen haben. Auf seinem ganzen Wege vom aboralen Ringorgane bis zu den Geschlechtsorganen ist jeder Genitalstrang von einem Pseudohämalkanal umflossen, der von dem aboralen pseudohämalen Ringkanale entspringt und an der Basis der Genitalschläuche endigt. Ebenso wie das Ringorgan, so ist auch der Genitalstrang durch ein bindegewebiges Aufhängeband an die Wand seines Pseudohämalkanales befestigt. Hamann (212) hat diese Angaben bestätigen können, wenn er auch der Meinung ist, dass die Lacune in der Wand der Genitalschläuche nicht nur mit dem Genitalstrange selbst, sondern auch mit dessen pseudohämalem Umhüllungskanale communicire. Auch Perrier (414) und Cuénot (92) haben sich von der Existenz der Genitalstränge und ihrer durch das aborale Ringorgan vermittelten Abkunft von

dem dorsalen Theile des Septalorganes überzeugt. Indessen ist Cuénot der Ansicht, dass die Genitalstränge sich nicht in die Lacune der Genitalwandung, sondern in das innere, die Geschlechtszellen producirende Lumen der Genitalschläuche fortsetzen und dass demzufolge die Geschlechtsorgane eigentlich nur Endanschwellungen der Genitalstränge darstellen, in denen die Geschlechtszellen aus den Inhaltszellen des Genitalstranges ihre Entstehung nehmen. In Uebereinstimmung mit seinen Befunden am aboralen Ringorgan gab Cuénot (93, 99) ferner an, dass auch die Genitalstränge bei dem jungen Thiere lose in ihren Pseudohämalkanälen liegen und sich erst später an deren Wand befestigen. Der fertige Genitalstrang bietet, wie auch ich bereits bemerkt hatte, auf seinem Querschnitte einen gelappten Umriss dar; sein Inneres ist durch bindegewebige Stränge in mehrere Lumina getheilt, in denen sich dieselben Inhaltszellen mit sammt derselben gerinnungsfähigen Flüssigkeit vorfinden wie im aboralen Ringorgan und im Septalorgan.

6. Die Darmstränge.

An derselben Stelle, an der das Septalorgan das aborale Ringorgan abgibt, entspringen von ihm noch zwei andere Stränge (ich 299), die die Wand des schlauchförmigen Kanales durchbrechen, dadurch frei in die Leibeshöhle gelangen und nun in der Richtung nach dem Mittelpunkte der Scheibe verlaufen. Bevor sie aber das Scheibencentrum erreichen, treten sie an die Wand des Magens heran um in diese einzudringen. Sie zeigen ebenfalls einen geflechtartigen Bau, der durchaus mit dem des Septalorganes übereinstimmt. Wir wollen sie einstweilen als die Darmstränge bezeichnen. Bei *Asterias rubens* L. sind sie in ihrem Anfangsstücke weit stärker entwickelt als bei *Astropecten aurantiacus* (L), sodass sie nicht ein einfach strangförmiges, sondern ein unregelmässig gelapptes Aussehen darbieten. Greeff und Hoffmann haben bei derselben Art den auf den gelappten Anfangstheil folgenden feineren fadenförmigen Abschnitt übersehen und infolgedessen jenen Anfangstheil als ein besonderes frei in die Leibeshöhle hängendes, drüsenförmiges Organ beschrieben, von dem Greeff (182) wenigstens vermuthet, dass es mit dem Septalorgane zusammenhänge, während Hoffmann (232) diese leicht zu constatirende Verbindung sogar für unwahrscheinlich erklärte. Einen besseren Erfolg hatten die Untersuchungen Hamann's (212). Es gelang ihm den weiteren Verlauf der Darmstränge in der Wand des Magens nachzuweisen. Die Stränge lösen sich im Inneren der Magenwand in einen Plexus auf, der sich in der Bindegewebeschicht der Magenwand ausbreitet und daselbst einfache, miteinander communicirende Lücken des Bindegewebes darstellt, die er als „Darmlacunen" bezeichnete. Von allen anderen Fortsetzungen des Septalorganes unterscheiden sich die Darmstränge dadurch, dass sie von keinem besonderen pseudohämalen Kanale umhüllt werden; da sie frei durch die Leibeshöhle hindurchgehen, so stellt diese selbst die pseudohämale Umhüllung für sie dar. Cuénot (92, 93) dehnte die Unter-

suchungen auf eine grössere Anzahl von Gattungen aus und konnte dadurch feststellen, dass in der Regel zwei Darmstränge vorhanden sind (so bei *Culcita, Asterina, Astropecten, Asterias rubens*), dass es aber auch Formen mit nur einem Darmstrange *(Luidia)* sowie solche gibt, bei denen ihre Zahl mitunter statt der regelmässigen zwei eine grössere (drei oder vier) werden kann *(Asterias glacialis)*; auffallend schwach entwickelt fand er die beiden Darmstränge bei *Echinaster* und *Cribrella*. Er lässt aber ähnlich wie Greeff und Hoffmann die Stränge frei in der Leibeshöhle endigen, also nicht mit dem Darme in Verbindung treten, und nennt sie die Drüsenfortsätze („processus glandulaires“) des Septalorganes (seiner „glande ovoïde“). Seine Drüsenfortsätze sind also identisch mit dem, was ich oben die gelappten Anfangsstücke der Darmstränge nannte. Auch noch in seiner letzten Arbeit (99) stellt er eine Verbindung derselben mit dem Magen völlig in Abrede. Demgegenüber hatte aber schon Perrier (414) bei seiner *Asterias hyadesi* ihren Zusammenhang mit dem Magen bemerkt, und neuerdings hat Russo*) gezeigt, dass (bei (*Asterina gibbosa* Penn.) die Darmstränge sich thatsächlich mit dem Darmsystem in Verbindung setzen. Doch unterscheiden sich seine Angaben insofern von denen aller seiner Vorgänger, als er die Darmstränge nicht nur im Interradius des Steinkanales, sondern in jedem Interradius antraf und sie am Magen an die Abgangsstellen der radialen Blinddärme herantreten lässt; auf solche Weise erhält jeder radiale Blinddarm einen besonderen Strang, der vom aboralen Ringorgan herkommt; die beiden zu einem Paare der Blinddärme gehörigen Stränge verbinden sich überdies durch eine Commissur.

7. Die Inhaltsflüssigkeit.

Die Inhaltsflüssigkeit aller im Vorstehenden beschriebenen Organe stimmt mit der S. 578 besprochenen Inhaltsflüssigkeit des Wassergefässsystemes überein, besteht also aus einer klaren, farblosen Flüssigkeit, in der gerinnungsfähige, eiweissartige Stoffe gelöst sind, und enthält zahlreiche, amöboide und sich mehr oder weniger mit Pigment beladende Zellen, die wir bei Besprechung des Septalorganes (s. S. 607) näher kennen gelernt haben.

8. Offene Verbindungen

mit anderen Räumen des Seesternkörpers konnten bis jetzt an dem in Rede stehenden Organsystem nirgends nachgewiesen werden. Ebensowenig ist es gelungen offene Mündungen desselben in die Aussenwelt aufzufinden. Hamann wollte allerdings einem Theile des aboralen Ringorganes die Bedeutung eines excretorischen Apparates (s. S. 613) beilegen und vermuthet, dass eine Einmündung desselben in die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane bestehe; indessen gelang es ihm so wenig wie

*) A. Russo, Contribuzione alla genesi degli organi negli Stelleridi (Atti R. Accad. Scienze fis. e mat. Napoli, 2. Ser., Vol. VI, Nr. 14, Napoli 1894).

Anderen den Beweis hierfür zu erbringen. Vogt und Yung (562) sprechen die andere Vermuthung aus, dass zwischen dem vorliegenden Organsysteme und dem Cölom ein Zusammenhang vorhanden sei — aber auch das ist eben nur eine Vermuthung.

9. Schlussbemerkung über das Blutgefässsystem.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich meines Erachtens der unabweisliche Schluss, dass das hier behandelte Organsystem ein in sich zusammenhängender, von allen anderen Organen wohl unterschiedener Bestandtheil der Seestern-Organisation ist, wie ich (299) das schon vor 18 Jahren zuerst gefunden habe und wie jetzt auch von den anfänglichen Gegnern meiner Angaben, zum Theil nach langem Widerstreben und auch nur indirect, zugestanden wird. Den Versuch von Hamann, das ganze einheitliche Organsystem in zwei heterogene Theile, einen „lacunären" und einen „excretorischen", auseinanderzureissen (s. S. 613), halte ich für ebenso missglückt, wie das Verfahren von Cuénot (93), der bei der von ihm vorgeschlagenen Dreitheilung der „Berieselungsräume" (= cavités d'irrigation) das offenbare Centralorgan des ganzen Systemes, nämlich das Septalorgan, zu der ersten, d. h. enterocölen Gruppe der Berieselungsräume stellt, die radialen Stränge aber erst in der dritten, d. h. lacunären Gruppe aufführt. Eine solche Eintheilung erschwert nur dem Leser die Auffassung der thatsächlichen Verhältnisse, die lange nicht so verwickelt liegen, wie es nach den vielen Worten, die darüber geschrieben worden sind, scheinen könnte. Die verschiedenen Bezeichnungen, die man für das ganze Organsystem und seine einzelnen Theile in Anwendung gebracht hat, haben auch dazu beigetragen der Sache einen unklaren Schleier umzuhängen, der dem Lernenden hinderlich in den Weg tritt. Wäre man bei meiner Bezeichnung „Blutgefässe" geblieben, statt bald von lacunären, bald von plastidogenen, dann wieder von chromatogenen und von excretorischen Organen, von Genitalsträngen, von Berieselungsräumen und von Lymphdrüsen zu reden, so hätte sich die Klarlegung des Thatsächlichen gewiss schneller und einfacher vollzogen. Auch jetst noch halte ich die Bezeichnung „Blutgefässe" oder allenfalls „Lymphgefässe" für die beste (im Kapitel Physiologie werden wir darauf zurückkommen) und werde demnach von nun an das oben sogenannte Septalorgan wieder das Centralgeflecht des Blutgefässsystemes nennen. Das orale Ringorgan nennen wir von jetzt ab den oralen Blutgefässring, die Radialstränge radiale Blutgefässe, das aborale Ringorgan den aboralen Blutgefässring, die Genitalstränge die Genitalblutgefässe und die Darmstränge die Darmblutgefässe.

XI. Die Pseudohämalräume und das Kanalsystem der Haut.

Die hier als Pseudohämalräume benannten Gebilde habe ich früher (299) als Perihämalräume bezeichnet und damals den Nachweis erbracht, dass sie es sind, auf die sich alle Angaben der früheren Forscher, in denen sie von „Blutgefässen" sprechen, beziehen. Sie bilden ein sich

zusammenhängendes Raumsystem, das aus einem schlauchförmigen interradialen Kanal, einem aboralen und einem doppelten oralen Ringkanale als den centralen Theilen besteht, von denen peripherische Kanäle zu den Genitalorganen und Ambulacralfurchen ausgehen. Ferner stehen die pseudohämalen Räume mit einem besonderen System von Hautkanälen in Zusammenhang, von denen sie sich jedoch entwicklungsgeschichtlich dadurch unterscheiden, dass sie selbst (wie wir bei der Entwicklungsgeschichte der Organe sehen werden) enterocöler Abkunft sind, während die Hautkanäle schizocöle Bildungen darstellen.

1. Die Pseudohämalräume.

Der den Steinkanal und das Centralgeflecht des Blutgefässsystemes umschliessende schlauchförmige Kanal liegt im Inneren des unter der Madreporenplatte befindlichen Interbrachialseptums und verläuft von der Unterseite dieser Platte bis zum Peristom. Schon Tiedemann (544) beschrieb ihn als die Höhle des sichelförmigen Bandes (= Interbrachialseptums), Joh. Müller (370, 1849) als die interradiale Höhle und Greeff (182) nannte ihn „die häutige sackartige Erweiterung". Die Bezeichnung „schlauchförmiger Kanal" rührt von Hoffmann (232) her, dem die späteren Autoren folgten, bis die französischen Forscher (Perrier und Cuénot) dafür den Namen Axialsinus (wohl auch Drüsensinus „sinus glandulaire") einführten. Er stellt einen ziemlich geräumigen Kanal dar, an dessen Innenwand Steinkanal und Centralblutgeflecht in der S. 605 angegebenen Lagebeziehung befestigt sind. Sein dorsales Ende setzt sich unter der Madreporenplatte in die kleine Höhle fort, in der sich der dorsale Endabschnitt des Centralblutgeflechtes und die Ampulle des Steinkanales befinden. Seine im Uebrigen von dem bindegewebigen Interbrachialseptum gebildete Wand ist auf ihrer ganzen inneren Oberfläche, wie Hoffmann (232) und Hamann (212) übereinstimmend angeben, von einem einschichtigen Wimperepithel bekleidet, das nach Hamann aus abgeplatteten bis cubischen Zellen besteht, die denen des Peritonealepithels gleichen.

Hamann ist der irrthümlichen Meinung, dass der schlauchförmige Kanal dort, wo er von den austretenden Darmblutgefässen durchbrochen wird (s. S. 614), in offener Verbindung mit der Leibeshöhle stehe. Auch die von Vogt und Yung (562) und von Perrier (414, 418) behaupteten Oeffnungen, durch welche der schlauchförmige Kanal mit dem Steinkanale communiciren soll, sind entweder gar nicht oder jedenfalls nicht bei den erwachsenen Thieren vorhanden (s. S. 564). Ueber das angebliche Einmünden eines Teiles der Porenkanälchen der Madreporenplatte in den schlauchförmigen Kanal verweise ich gleichfalls auf das früher Gesagte (s. S. 569—570).

Zur Umhüllung des aboralen Blutgefässringes entsendet der schlauchförmige Kanal, den man auch als den Pseudohämalraum des Centralblutgeflechtes bezeichnen kann, an seinem dorsalen Ende einen uns

schon bekannt gewordenen (s. S. 612) Kanal, der demgemäss denselben Verlauf nimmt wie der aborale Blutgefässring selbst. Dieser aborale Pseudohämalring ist dasselbe Gebilde, das Greeff (184) und Hoffmann (232) als den „dorsalen oder analen Blutgefässring" bezeichnet hatten; Cuénot (91) nannte denselben wegen seiner pentagonalen Form das „Blutpentagon" des Rückens oder den „aboralen Sinus". An dem Innenrande eines jeden Interbrachialseptums geht der aborale Pseudohämalkanal mit dem von ihm umschlossenen Blutgefässe gewöhnlich in Form einer kleinen, schlingenförmigen, mit der Convexität nach dem Scheibencentrum gerichteten Biegung um den Rand des Septums herum oder er durchbohrt denselben. Ebendort entsendet der Kanal jederseits von dem Septum einen das Genitalblutgefäss beherbergenden Ast, der sich an der Rückenwand des Armes bis zu den Genitalschläuchen verfolgen lässt (s. S. 613). Diese Pseudohämalkanäle der Genitalblutgefässe hatte Tiedemann (544) für die eigentlichen Blutgefässe der Geschlechtsorgane gehalten und auch Greeff und Hoffmann waren dieser Ansicht gefolgt. Hamann, Perrier und Cuénot aber konnten sich von der Richtigkeit meiner Entdeckung (299), dass es sich hier um Umhüllungsräume der eigentlichen, von den früheren Forschern übersehenen Genitalgefässe („Genitalstränge") handele, überzeugen (s. S. 613). Cuénot (93, 99) führte für diese pseudohämalen Räume die Bezeichnung „Genitalsinus" ein und lässt sie ebenso wie den sie abgebenden aboralen Pseudohämalring von einem wimpernden Pflasterepithel ausgekleidet sein, das eine Fortsetzung desselben Epithels des schlauchförmigen Kanales ist.

Das ventrale Ende des schlauchförmigen Kanales mündet in einen den Mund umkreisenden Kanal, den wir bereits bei Betrachtung des oralen Blutgefässringes (s. S. 608) kennen gelernt und in der dort gegebenen Abbildung mit J bezeichnet haben. Tiedemann hatte diesen oralen Pseudohämalring, den wir zum Unterschiede von dem anderen gleich zu erwähnenden den inneren nennen wollen, für den eigentlichen „Blutgefässring" gehalten. Hoffmann (232) nannte ihn den „medialen oralen Blutgefässring", Greeff (182) den „oralen oder ventralen Blutgefässring", Teuscher (536) den „Nervengefässring"; bei Cuénot (93, 99) heisst er „innerer Oralsinus". Sein offener Zusammenhang mit dem schlauchförmigen Kanal war schon durch Greeff's und Hoffmann's Injectionsbefunde sehr wahrscheinlich geworden, wurde aber doch erst von Teuscher (536) mit aller Bestimmtheit festgestellt. Cuénot (93) gibt an, dass der innere orale Pseudohämalring mitunter, aber nicht constant, einige kurze Aeste in die Bindegewebsschicht der Mundhaut entsendet.

Der andere den Mund umkreisende Kanal, den wir früher mit E bezeichnet hatten (s. S. 608), liegt etwas weiter nach aussen und ist von dem inneren oralen Pseudohämalringe nur durch das den oralen Blutgefässring tragende Septum geschieden. Wir nennen ihn also den äusseren oralen Pseudohämalring. Er ist identisch mit Tiedemann's (544) „orangefarbenen Ringgefäss", mit Hoffmann's (232) „lateralem

oralem Blutgefässring", mit Greeff's (182) „Nervengefässring", mit Teuscher's (536) „Nervengefässkammerring" und mit Cuénot's (93, 99) „äusserem Oralsinus". Die beiden oralen Pseudohämalringe sind von demselben wimpernden Plattenepithel ausgekleidet wie der schlauchförmige Kanal. Durch das zwischen ihnen befindliche Septum wird keine völlige Trennung der beiden oralen Pseudohämalringe herbeigeführt; bald hier, bald dort findet sich eine Lücke in dem Septum, durch welche die Lumina beider Ringkanäle miteinander in Verbindung treten.

Von dem äusseren oralen Pseudohämalringe entspringt in der Medianrichtung eines jeden Radius ein Kanal, der unmittelbar nach innen von dem Radialnerven zwischen diesem und dem Radialkanal des Wassergefässsystemes verläuft und erst in der Nähe der Armspitze endigt. Diesem radialen Pseudohämalkanale sind wir schon bei Betrachtung der Radialnerven (s. S. 546, 549, 556), wo ich ihn Hyponeuralkanal nannte) und des radialen Blutgefässes (s. S. 611) begegnet. Er war schon Tiedemann (544) bekannt, der ihn als „orangefarbenes Gefäss" beschrieb. Greeff (182) bezeichnete ihn als das „radiale Nervengefäss", während Hamann (212) ihn den „medianen Schizocölraum" des Armes und Cuénot (93, 99) den „Radialsinus" nannte. Seine erste nähere Beschreibung verdanken wir Greeff. Dieser Forscher gibt zunächst an, dass der radiale Pseudohämalkanal durch eine senkrechte Scheidewand, die ihrerseits eine Fortsetzung des zwischen innerem und äusserem oralen Pseudohämalring befindlichen Septums ist, in zwei nebeneinander veraufende Kanäle getheilt wird. Diese Angabe wurde von Hoffmann (232), Teuscher (536) und Lange (276) bestätigt. Greeff sah ferner, dass (bei *Asterias rubens*) die senkrechte Scheidewand nach oben (dorsalwärts) vor ihrer Insertion an die dorsale Wand des radialen Pseudohämalkanales noch nach rechts und links eine Membran abgibt, die quer durch das Lumen der rechten bez. linken Hälfte des Pseudohämalkanales zieht. Er ist infolgedessen der Meinung, dass durch die erwähnten Scheidewände der ganze Pseudohämalkanal in vier Kanäle getheilt werde: zwei grössere untere und zwei kleinere obere. Hoffmann aber stellte die Sache anders dar. Nach ihm setzt sich überhaupt das verticale Septum nicht an die dorsale (obere) Wand des Pseudohämalkanales fest, sondern fährt vorher in zwei Lamellen auseinander, die sich dann in der rechten und linken oberen Ecke des Pseudohämalkanales inseriren. Sonach wird der ganze Pseudohämalkanal nach Hoffmann durch die Septen nicht in vier, sondern nur in drei Räume zerlegt, einen mittleren oberen (sein „medialer Hauptstamm") und zwei seitliche untere (seine „medialen Nebenstämme"). Während nun die Greeff'sche Behauptung von der Existenz von vier Kanälen, wie aus den gleich zu erwähnenden Untersuchungen von Teuscher und Lange sowie meinen eigenen (299) hervorgeht, sich auf richtige, aber unzureichende Beobachtungen stützt, liegen der Hoffmann'schen Angabe falsche Beobachtungen zu Grunde; niemals findet man auf Querschnitten durch die Armrinne einer *Asterias*

rubens die von Hoffmann angegebene Dreitheilung des Pseudohämalkanales*). Einen gemeinsamen Fehler haben Greeff und Hoffmann darin begangen, dass sie die von dem verticalen Septum abtretenden queren Septen sich durch die ganze Länge des Armes erstrecken liessen, während diese Septen, wie Lange und Teuscher zuerst nachgewiesen haben und ich bestätigen konnte, nur zwischen je zwei Wirbeln sich finden, entsprechend den zu den Füsschen gehenden Seitenzweigen der radialen Blutgefässe sowie den in denselben Bezirken liegenden Seitenästen der Radialkanäle des Wassergefässsystemes. Man erkennt dies Verhalten am leichtesten an horizontalen Schnitten (VI, 11) durch den Arm. Zugleich erkennt man an solchen Schnitten, aber auch an Querschnitten (III, 1), dass das verticale Septum, wenigstens bei *Asterias rubens* in der Höhe des eingeschlossenen radialen Blutgefässes eine horizontale Verbreiterung besitzt, die an der Basis der queren Septen an Breite zunimmt und wohl den Anlass zu der eben besprochenen Auffassung von Greeff und Hoffmann gegeben hat. Wir wollen sie das horizontale Septum nennen. Dasselbe befestigt sich nirgendwo an die seitlichen Wände des Pseudohämalkanales, bringt also auch keine Theilung desselben in gesonderte Kanäle zu Stande.

Nach Teuscher und Lange soll durch das verticale Septum eine vollständige Scheidung der rechten und linken Hälfte des radialen Pseudohämalkanales bewerkstelligt werden. Auch dieser Behauptung vermag ich nicht beizustimmen. Ich finde an einzelnen Stellen den oberen, über dem radialen Blutgefässe gelegenen Theil des Septums von einer Oeffnung durchbrochen, durch welche die rechte und die linke Hälfte des radialen Pseudohämalkanales miteinander in Verbindung treten, und ähnliche Beobachtungen machte Teuscher selbst an *Ophidiaster*, *Echinaster* und *Asterina*. Bei *Asterias rubens* liegen derartige Durchbrechungen des verticalen Septums stets zwischen den Abgangsstellen je zweier queren Septen, niemals unmittelbar darüber.

Nach Teuscher soll ferner durch die seitlichen queren Septen eine weitere Zerlegung einer jeden Hälfte des radialen Pseudohämalkanales in eine der Anzahl der Wirbel entsprechende Zahl von Kammern zu Stande kommen. Er nennt diese Kammern die Nervengefässkammern, und aus diesem Grunde heisst bei ihm, wie schon oben erwähnt, der äussere orale Pseudohämalring „Nervengefässkammerring“. Jene Kammerräume sind aber in Wirklichkeit nicht gänzlich voneinander gesondert, sondern es sind die seitlichen sie begrenzenden Septen in näherer oder weiterer Entfernung von dem verticalen Septum von der oberen oder unteren Wand dss Pseudohämalkanales losgelöst, wodurch eine Communication der hintereinander gelegenen „Kammern“ ermöglicht wird.

Nach dem Erörterten ist der radiale Pseudohämalkanal ein von mem-

*) Auch Perrier und Poirier (422) haben die Hoffmann'sche Dreitheilung des radialen Pseudohämalkanales als unzutreffend zurückgewiesen.

Erklärung von Tafel I.

Asteroidea; äussere Skeletanhänge.

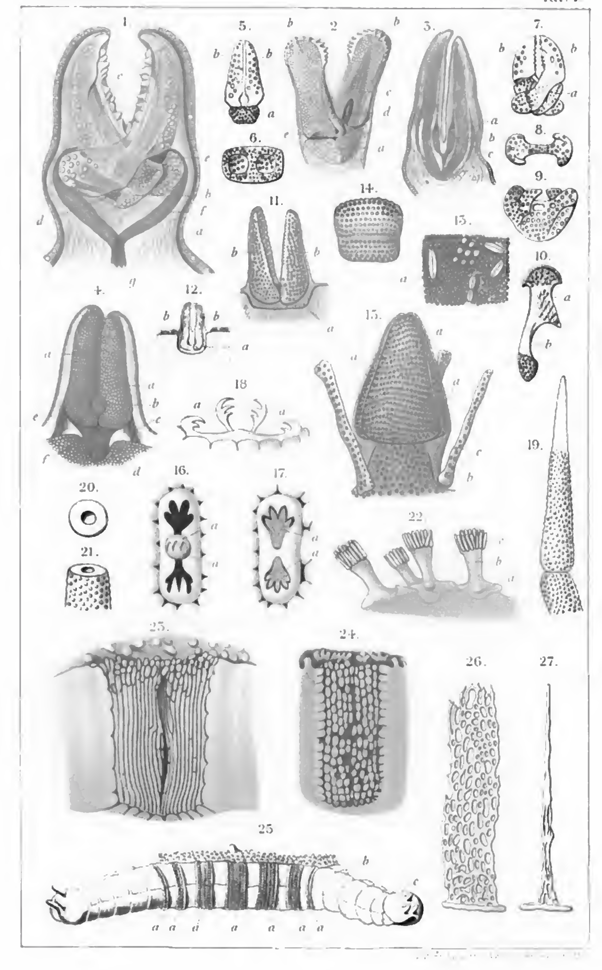
Fig.

1. Gekreuzte Pedicellarie von *Asterias glacialis* O. F. Müll., $^{100}/_{1}$; *a* Epithelüberzug mit Drüsenzellen, *b* das basale Skeletstück, *c* der lange Adductormuskel, *d* der kurze Adductormuskel, *e* der Abductormuskel, *f* der eine der beiden Aeste des Faserstranges *g*.
2. Gerade Pedicellarie von *Asterias glacialis* O. F. Müll., vergr.; *a* das basale Skeletstück, *b, b* die beiden Zangenstücke, *c* der lange Adductormuskel, *d* der kurze Adductormuskel, *e* der Abductormuskel.
3. Längsschnitt durch eine entkalkte, gerade Pedicellarie von *Asterias glacialis* O. F. Müll., vergr.; *a* der lange Adductormuskel, *b* der kurze Adductormuskel, *c* der Abductormuskel.
4. Alveoläre, zangenförmige Pedicellarie von *Gymnasteria carinifera* Lam., vergr.; *a, a* die beiden Zangenstücke, *b* der Adductormuskel, *c* der Abductormuskel, *d* das zur Befestigung in der Alveole dienende Faserbündel, *e* Hautüberzug, *f* das die Pedicellarie tragende Skeletstück.
5. Skelet einer geraden Pedicellarie von *Asterias rubens* L., vergr.; *a* Basalstück, *b, b* die beiden Zangenstücke.
6. Basalstück einer geraden Pedicellarie derselben Art, Ansicht von oben, vergr.
7. Skelet einer gekreuzten Pedicellarie derselben Art, vergr.; *a* Basalstück, *b, b* die beiden Zangenstücke.
8. Basalstück einer gekreuzten Pedicellarie derselben Art, Ansicht von oben, vergr.
9. Basalstück einer gekreuzten Pedicellarie derselben Art, Seitenansicht, vergr.
10. Zangenstück einer gekreuzten Pedicellarie von *Asterias tenuispina* Lam., von der Innenseite gesehen, vergr.; *a* Zangenblatt, *b* Handhabe.
11. Alveoläre, zangenförmige Pedicellarie von *Pentaceros muricatus* Linck, halbgeöffnet, vergr.; *a* die Alveole, *b, b* die beiden Zangenstücke.
12. Senkrechter Schnitt durch eine alveoläre, klappenförmige Pedicellarie von *Pentaceros turritus* Linck, vergr.; *a* die Alveole, *b, b* die beiden Zangenstücke.
13. Klappenförmige Pedicellarien von der Bauchseite von *Culcita grex* M. & Tr., mit ihrer Umgebung, $^{1}/_{1}$; *a* eine der fünf in die Figur aufgenommenen Pedicellarien.
14. Eine einzelne Klappe einer klappenförmigen Pedicellarie von der Rückenseite desselben Thieres, vergr.
15. Büschelförmige (= dreiarmige, zangenförmige) Pedicellarie vom Rande der Ambulacralfurche von *Luidia ciliaris* Phil.; *a, a, a* die drei Zangenstücke, *b* Höcker, dem die Pedicellarie aufsitzt, *c* Stachel.
16. Salzfassförmige Pedicellarie von *Ophidiaster germani* Perr., von oben gesehen, mit geschlossenen Klappen, $^{20}/_{1}$; *a, a* die beiden Klappen.
17. Eine gleiche Pedicellarie mit geöffneten Klappen; *a, a* die beiden Klappen.
18. Seitenansicht einer solchen Pedicellarie mit halbgeöffneten Klappen *a, a*.
19. Mit Körnchen bedeckter Stachel von *Acanthaster mauritiensis* de Lor., schwach vergr.

Fig.

20. Gelenkfläche desselben Stachels, von unten gesehen, schwach vergr.
21. Gelenkfläche, auf der jener Stachel aufsitzt, von der Seite gesehen, schwach vergr.
22. Einige Paxillen von *Luidia savignyi* Aud., von der Seite gesehen, vergr. Die Dornen der Paxillenkronen sind aufrecht gestellt, vergr.; *a* Basalplatte, *b* Schaft, *c* Krone.
23. Ein cribriformes Organ von *Porcellanaster coeruleus* Wyv. Thoms., $^{10}/_{1}$.
24. Ein cribriformes Organ von *Hyphalaster diadematus* Slad., $^{12}/_{1}$.
25. Seitenansicht von *Hyphalaster inermis* Slad., um die Anordnung der cribriformen Organe zu zeigen, $^{3}/_{1}$; *a, a, a* die cribriformen Organe, *b* die oberen Randplatten, *c* Terminalplatte.
26. Ein Stachelchen aus einer Falte des cribriformen Organs von *Ctenodiscus krausei* Ldw., von der Fläche gesehen, $^{120}/_{1}$.
27. Dasselbe, von der Kante gesehen.

Fig. 1—4 nach Cuénot (93); Fig. 5—15 nach Perrier (398); 16—18 nach Viguier (559); Fig. 19—22 nach Loriol (294); Fig. 23—25 nach Sladen (503); Fig. 26, 27 nach Ludwig (309).


1.
2
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25
26.
27.

Erklärung von Tafel II.

Asteroidea; Skelet, Nervensystem.

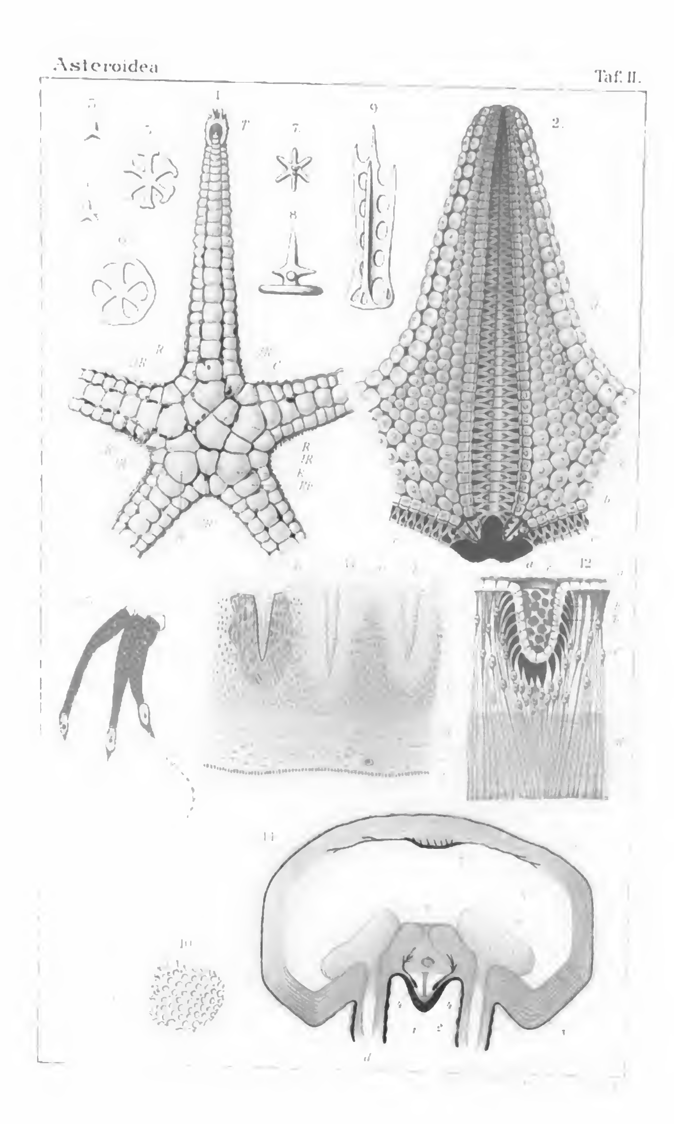
Fig.

1. *Cnemidaster wyvillii*, Rückenansicht, $^{3}/_{1}$; die Buchstaben sind gleichbedeutend mit denen der Textfigur 3, Seite 523. *C* Centrale, *R* primäre Radialplatten, *Rb* secundäre Radialplatten, *IR* Interradialplatten.
2. Ein Fünftel des ventralen Skeletes von *Pentaceros reticulatus; a* ein Mundeckstück, *b* Adambulacralplatten, *c, c* Ambulacralstücke (Wirbelstücke), *d* untere Randplatten, *e* Ventrolateralplatten.

3—9. Entwicklungsstadien eines Stachels von *Asterina gibbosa* (Penn.), stark vergr.; nähere Erläuterung s. Text, p. 541—543.

10. Eine junge Skeletplatte aus der Rückenhaut von *Asterina gibbosa* (Penn.), $^{140}/_{1}$.
11. Schnitt durch drei Einzelaugen von *Asterias rubens*, stark vergr.; in zweien von den drei Einzelaugen ist das Pigment entfernt. *a* Cuticula, *b* die pigmentirten Zellen des Augenkegels, *b'* Deckplättchen (Stäbchen) der Pigmentzellen, *c* Epithelzellen des Augenwulstes, *d* Nervenfaserschicht, *e* Bindegewebsschicht desselben, *f* inneres Epithel des Fühlerkanales, *g* Innenraum des Augenkegels.
12. Schnitt durch ein Einzelauge von *Asterias glacialis*, stark vergr.; *a, b, b', c, d* wie in der vorigen Figur, *e* Eingang in den Innenraum des Augenkegels.
13. Drei Pigmentzellen aus einem Auge von *Asterias rubens*, sehr stark vergr.
14. Schema des Nervensystemes im Arme der Seesterne; *a* Wand des Armes, *b* Innenraum des Armes, *c* Füsschenampulle, *d* Füsschen, *e* Radialkanal des Wassergefässsystems, *1* Radialnerv des Ectoneuralsystems, *2* Nerven der Füsschen, *3* Nervengeflecht der Haut; *1—3* gehören zum Ectoneuralsystem; *4, 4* das aus den beiden Lange'schen Nerven gebildete Hyponeuralsystem mit seinen Zweigen, *5* das Entoneuralsystem.

Fig. 1 nach Sladen (503); Fig. 2 nach A. Agassiz (5); Fig. 3—10 nach Ludwig (307); Fig. 11, 13 nach Hamann (212); Fig. 12 nach Cuénot (93); Fig. 14 nach Cuénot (99).



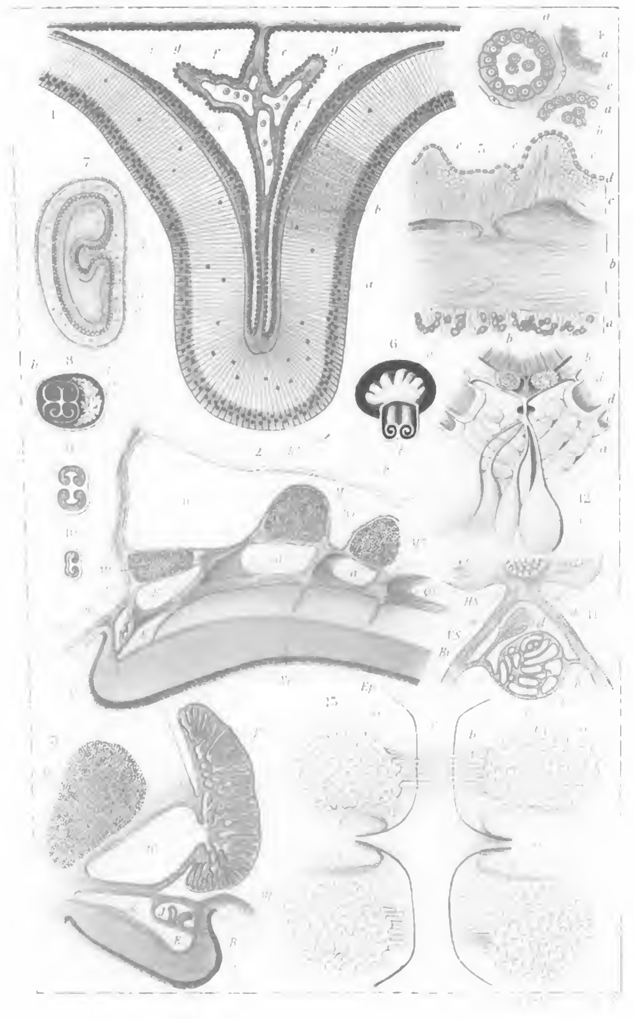
Erklärung von Tafel III.

Asteroidea; Nervensystem, Wassergefässsystem.

Fig.

1. Schnitt durch den Radialnerv von *Asterias rubens*, $^{180}/_{1}$; *a* Zellenschicht, *b* Faserschicht (die auf dem Querschnitt als feine Pünktchen erscheinenden Nervenfasern sind nur an einer beschränkten Stelle in die Zeichnung eingetragen) mit den aufrechten Fasern und mit Ganglienzellen; *c*, *c* die Lange'schen Nerven, *d* Bindegewebslage, *e* Septum, *f*, *f*, *f* Bluträume im Septum (radiales Blutgefäss), *g* Lumen des Pseudohämalkanals (= Hyponeuralkanals).
2. Verticaler Schnitt durch das Peristom von *Asterias rubens* L. dicht neben der Mittellinie eines Radius, $^{60}/_{1}$. *W* Wassergefässring, *Wr* radiales Wassergefäss, *B* Blutgefässring, *I* der innere, *E* der äussere Pseudohämalkanal, *N* Ringnerv, *Nr* Radialnerv, *Ep* Zellenschicht des Ringnerven und Radialnerven, *Mh* Mundhaut, *Bi* Bindegewebsschicht, *VS* das verticale Septum, *QS* das quere Septum, *HS* das horizontale Septum des pseudohämalen (hyponeuralen) Kanales, K^1 erster, K^2 zweiter Wirbelkörper, M^1 und M^2 die beiden zu K^1 gehörigen unteren Quermuskeln, M^3 der zu K^2 gehörige Quermuskel.
3. Verticaler Schnitt durch einen interradialen Bezirk des Peristoms von *Asterias rubens* L., $^{60}/_{1}$. Man sieht den Zusammenhang der Kanälchen des Tiedemann'schen Körperchens mit dem Wassergefässringe. *W*, *B*, *J*, *E*, *N*, *Mh* wie in der vorigen Figur, *T* Tiedemann'sches Körperchen, *Mi* interradialer Muskel des Peristoms, *Z* Zellenwulst (= Lange'scher Nerv).
4. Aus einem Schnitt durch ein Tiedemann'sches Körperchen von *Asterias rubens* L., vergr.; *a*, *a*, *a* Epithelzellen der Röhrchen, *b* abgelöste Epithelzellen, frei im Lumen der Röhrchen, *c* Bindegewebe.
5. Schnitt durch die Wand einer Poli'schen Blase von *Astropecten aurantiacus*, $^{50}/_{1}$; *a* inneres Epithel, *b* Ringmuskelschicht, *c* Bindegewebsschicht, *d* Peritonealepithel, *e*, *e*, *e* Bündel von Längsmuskelfasern.
6. Ansatzstelle des Steinkanales an die Madreporenplatte bei *Asterias rubens* L. von innen gesehen, $^{4}/_{1}$. Die Wand des geöffneten Steinkanals ist theilweise weggeschnitten. *a* Ampulle, *b* Längsleiste mit ihren beiden sich umrollenden Lamellen.
7. Querschnitt durch den entkalkten Steinkanal von *Echinaster purpureus* (Gray), $^{110}/_{1}$; *a* Peritonealepithel, *b* Bindegewebsschicht, *c* Innenepithel, *d* die innere Längsleiste.
8. Querschnitt durch Steinkanal und den schlauchförmigen Kanal von *Astropecten spinulosus*, schwach vergrössert; *a* Wand des schlauchförmigen Kanals, *b* Wand des Steinkanals, *c* das Septalorgan („glande ovoïde", „Herz").
9. Querschnitt durch den Steinkanal eines mittelgrossen Exemplares von *Astropecten jonstoni*, schwach vergr., s. S. 563.
10. Querschnitt durch den Steinkanal eines jungen Exemplares von *Astropecten jonstoni*, schwach vergr., s. S. 563.
11. Querschnitt durch den Steinkanal und schlauchförmigen Kanal von *Astropecten hystrix*, vergr.; *a*, *a* Seitenwand des schlauchförmigen Kanals, *b* Wand des Steinkanals, *c*, *c* einige der Kammern des Lumens des Steinkanals, *d* Hohlraum des schlauchförmigen Kanals, *e* das Septalorgan („glande ovoïde", „Herz").
12. Ein interradialer Bezirk des Peristoms eines erwachsenen *Astropecten aurantiacus* (L.) von innen; *a* Poli'sche Blasen, *a'* ihr gemeinschaftlicher Stiel, *b*, *b* Tiedemann'sche Körperchen, *c* Füsschenampullen, *d*, *d* obere Quermuskeln der Wirbel.
13. Horizontaler Längsschnitt durch den radialen Wasserkanal von *Asterias rubens*, schwach vergr.; *a*, *a* Wirbelstücke, *b* unterer Quermuskel des Wirbels, *c* Radialkanal des Wassergefässsystems, *d* Füsschenkanal, *e* Spalte des Ventils, *f*, *f* die beiden Taschen des Ventils, *g* die kegelförmige Ausweitung des Radialkanals, die auf ihrer abgestutzten Spitze die Ventilspalte trägt.

Fig. 1—3, 6, 7 nach Ludwig (299); Fig. 4, 5, 8—12 nach Cuénot (93); Fig. 13 nach Lange (276).



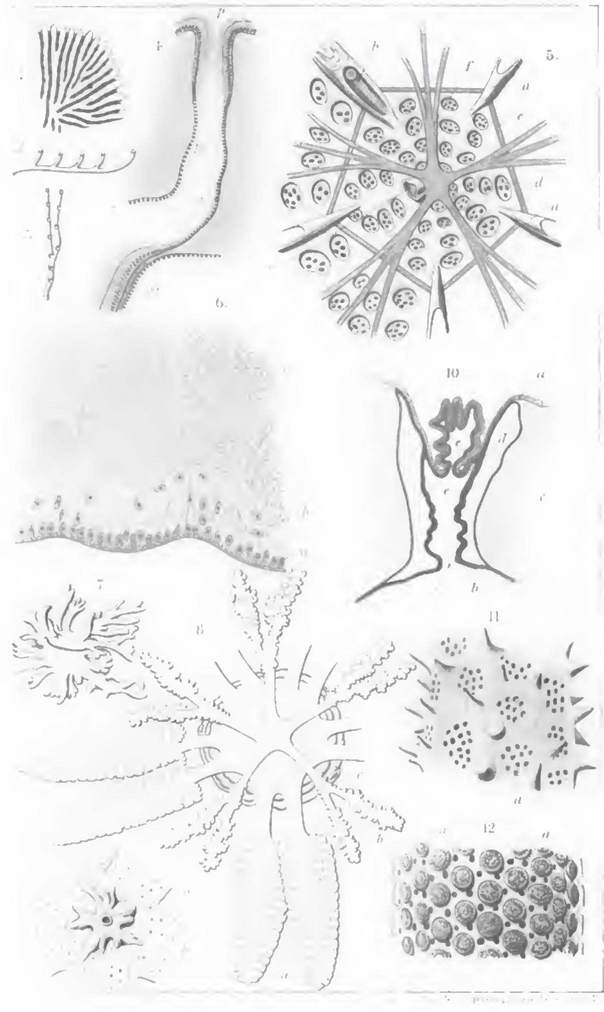
Erklärung von Tafel IV.

Asteroidea; Wassergefässsystem, Verdauungsorgane, Athmungsorgane.

Fig.

1. Ein Quadrant der äusseren Oberfläche der Madreporenplatte von *Asterias rubens* L., um die Anordnung der Porenöffnungen im Grunde der oberflächlichen Furchen zu zeigen; $^{12}/_{1}$.
2. Schema eines Sammelröhrchens der Madreporenplatte von *Asterias rubens* L., von der Seite gesehen.
3. Dasselbe von oben gesehen.
4. Ein Porenkanälchen der Madreporenplatte von *Asterina exigua* (Lam.) im Längsschnitt, $^{300}/_{1}$. *P* Porus, *Pc* Porenkanälchen, *St* Wand des Steinkanals, *a* das niedrige Epithel im inneren Theile des Porenkanälchens.
5. Anordnung der dorsalen Muskulatur bei *Culcita;* man blickt von innen auf die dorsale Wand der Scheibenmitte; *a*, *a* die interbrachialen Septen, *b* Steinkanal *c* Enddarm, *d* Papulä, *e* dorsaler Blutgeflechtring, *f* eine der dorsalen Muskeln mit seinen drei Aesten.
6. Querschnitt durch einen dorsalen Armmuskel mit seinen Nerven von *Asterias glacialis*, $^{380}/_{1}$; *a* Zellen des Peritonealepithels, *b* Nervenschicht, *c* quergetroffene Muskelfasern.
7. Interradiale Blinddärme von *Asterias glacialis* O. F. Müll.
8. Blinddärme von *Culcita coriacea* M. Tr.; Ansicht des Magens von der Dorsalseite; *a* radiale, *b* interradiale Blinddärme, *c* Magen.
9. Interradiale Blinddärme von *Cribrella oculata* (Linck), von unten gesehen; *a* Stelle, wo der Magen abgetrennt wurde, *b* Rückenhaut eines Armes.
10. Längsschnitt durch eine eingezogene Papula von *Asterina exigua* (Lam.). $^{110}/_{1}$; *a* äusseres Körperepithel, *b* Peritonealepithel, *c* Kalkstück der Haut, *d* Hohlraum im Umkreis der Basis der Papula, *e* Innenraum der Papula. Der Pfeil bezeichnet die Mündung der Leibeshöhle in die Papula.
11. Stück eines Armrückens von *Echinaster brasiliensis* M. & Tr.; *a* die Papulä („Porenfelder").
12. Stück eines Armrückens von *Chaetaster longipes* (Retz.); *a*, *a* die einzeln stehenden Papulä.

Fig. 1—4, 10 nach Ludwig (299); Fig. 5 nach Ludwig (304); Fig. 6 nach Cuénot (99); Fig. 7, 9 nach Cuénot (93); Fig. 8, 11, 12 nach Müller und Troschel (375).



branösen Scheidewänden durchsetzter Hohlraum, der aber trotzdem den Charakter eines einheitlichen Raumes nicht aufgiebt, da die Septen ihn weder seiner Länge nach noch der Quere nach in abgeschlossene kleinere Räume zerlegen. Die Septen dienen nur als Aufhängebänder der in ihnen verlaufenden radialen Blutgefässe und der von diesen abgehenden Seitenzweige (s. S. 612).

Die Auskleidung des radialen Pseudohämalkanales besteht nach meinen (299), Jickeli's (250) und Cuénot's (93) Beobachtungen aus demselben platten einschichtigen Epithel, das uns in den bisher betrachteten pseudohämalen Räumen entgegengetreten war. Hamann (212) dagegen leugnet, dass es sich hier um ein echtes Epithel handle; nach seiner Auffassung, die ihm zugleich zur Stütze der Ansicht dient, dass der radiale Pseudohämalkanal eine schizocöle Bildung sei, stellen die Zellen des Wandbelages ein Endothel dar, das sich aus Bindegewebszellen entwickelt hat. Nachdem aber Macbride*) die Entstehung der radialen Pseudohämalkanäle, entsprechend meiner schon früher (299) geäusserten Vermuthung, als Ausstülpungen der Leibeshöhle nachgewiesen hat, dürfte wohl auch kein Bedürfniss mehr vorliegen in ihre epitheliale Auskleidung den Begriff eines Endothels hineinzudemonstriren.

In seinem ganzen Verlaufe giebt jeder radiale Pseudohämalkanal paarig geordnete Seitenzweige (Cuénot's Quersinus, „sinus transverses") ab, die in ihrer Zahl den Füsschen entsprechen und so entspringen, dass zwischen je zwei Füsschen ein derartiger Seitenzweig zu liegen kommt (VII, 3, 4, 5, 6, 7). Die Seitenzweige nehmen ihren Weg bis zur lateralen Seite der Füsschenbasen, woselbst sie in einen parallel mit der Medianebene des Armes ziehenden Längskanal (Cuénot's Randsinus, „sinus marginal") einmünden. Schon Hoffmann (232) hatte bei *Asterias rubens* die queren Pseudohämaläste sowie den lateralen Pseudohämalkanal (sein „laterales radiales Blutgefäss") gefunden. Hamann (212) bezeichnete den letzteren als den „lateralen Schizocölraum" des Armes und Cuénot (93) zeigte, dass auch bei anderen Arten und Gattungen dieselben Verhältnisse vorliegen. Nach Hoffmann mündet der laterale Pseudohämalkanal in den äusseren oralen Pseudohämalring, während Cuénot eine solche Verbindung nirgends antraf.

Mit der Wand der Füsschen treten die pseudohämalen Räume dadurch in engere Beziehung, dass sie feine Aeste in die Bindegewebeschicht derselben entsenden. Die erste darauf bezügliche Beobachtung rührt von Greeff (182) her, der bei *Asterias rubens* einen Zweig des radialen Pseudohämalkanales in der Füsschenwand antraf. Cuénot stellte das gleiche Verhalten für die Gattungen *Luidia* und *Astropecten* fest, vermisste aber jenen pseudohämalen Zweig bei *Asterina* und *Echinaster*. Dagegen fand er bei allen genannten Gattungen ein anderes feines Pseudohämalkanälchen, das aus dem lateralen Pseudohämalkanale in die Füsschen-

*) The Organogeny of *Asterina gibbosa* (Proceed. Roy. Soc., London 1894, p. 431—436).

wand eindringt (VII, 5, 6). Demnach gibt es Seesterne mit nur einem (VII, 6) und andere mit zwei (VII, 5) pseudohämalen Kanälchen in der Wand der Füsschen. Cuénot konnte diese Kanälchen bis zur Saugscheibe des Füsschens verfolgen, woselbst sie blindgeschlossen endigen.

2. Das Kanalsystem der Körperwand und seine Verbindung mit den Pseudohämalräumen.

Nach aussen von der innersten, die Hautmuskeln (s. S. 508, 544) beherbergenden Cutisschicht befindet sich am Rücken und an den seitlichen Bezirken der Körperwand ein System von Hohlräumen, auf das Greeff (184) zuerst aufmerksam gemacht hat. Nach seinen an lebenden Thieren gewonnenen Injectionsbefunden ist es bei *Asterias rubens* aus dicht beisammen stehenden, bald lacunenartig, bald in einzelnen Kanälen und Netzen verlaufenden Lücken des Cutisgewebes gebildet. Auch Hoffmann (232) hat dieses Kanalsystem bemerkt, denn er spricht von einem lacunenartigen Gefässnetz an der inneren Fläche der Körperwand. Nach meinen Beobachtungen (299) stellt es eigentlich eine einzige grosse Lacune dar, die von zahlreichen, kurzen, bindegewebigen Strängen durchsetzt wird, durch welche die äussere, die Skeletplatten einschliessende Cutisschicht mit der inneren Cutisschicht verknüpft ist. Durch die Stränge wird der ganze Zwischenraum zwischen den beiden Cutisschichten in kleinere, aber unter sich zusammenhängende Räume zertheilt, die in ihrer Gesammtheit das von Greeff aufgefundene Kanalsystem bilden. Ueber die Stränge bemerkt Hamann (212), dass sie muskulöser Natur seien, von der Ringmuskellage des Hautmuskelschlauches ausgehen und an die Kalkstücke der Körperwand herantreten (s. S. 544). Da die Stränge bei ihrer Schwäche leicht durchreissen, so kann man, wie schon Sharpey (490) beobachtet hat, die ganze innere Lamelle der Körperwand von der äusseren fast überall mit Leichtigkeit ablösen. An der Basis jeder Papula (s. S. 590) bildet das Hautkanalsystem einen ringförmigen Raum, der sich zwischen den beiden Bindegewebsschichten der Papula-Wand ausbreitet und keineswegs, wie Cuénot (93) meint, ein Gebilde sui generis ist; das zeigt sich schon darin, dass bei Ablösung der inneren Lamelle der Körperwand die Innenschicht der Papula-Wand sich wie ein Finger aus einem Handschuhe aus der äusseren Papula-Wand herauszieht. Nur im Bereiche der Wirbel gelingt es nicht eine innere Hautlamelle abzulösen. Das erklärt sich daraus, dass die Wirbel nicht wie die übrigen Skeletstücke der Körperwand als Verkalkungen der äusseren, sondern als solche der inneren Hautlamelle ihre Entstehung nehmen. Zwischen den seitlichen Wirbelfortsätzen jedoch lässt sich das Hautkanalsystem weiter verfolgen, wie es sich hier in einen Kanal fortsetzt, der zwischen den Aussenenden je zweier Wirbelstücke in ventraler Richtung hindurchtritt, so an deren Unterseite gelangt und hier in den lateralen Pseudohämalkanal der Ambulacralfurche (s. S. 621) einmündet. Schon Greeff (184) hat diese Verbindungskanäle des Hautkanalsystemes mit den Pseudohämalkanälen durch

Injectionen nachgewiesen und ich selbst (299) konnte ebenso wie später Hamann (212) die Richtigkeit seiner Angabe bestätigen. Demgegenüber behaupten jedoch Perrier und Poirier (422), dass die von den lateralen Pseudohämalkanälen aufsteigenden Verbindungskanäle nicht in ein Hautkanalsystem münden, sondern an der Oberseite der Wirbelfortsätze in offenem unmittelbarem Zusammenhang mit der Leibeshöhle stehen. Obschon bereits Hamann (212) diese Ansicht zurückgewiesen hat, wird sie von Cuénot (93, 99) wiederholt vorgebracht, aber nirgends durch beweiskräftige Beobachtungen gestützt. Cuénot (99) leugnet überhaupt rundweg die Existenz des ganzen von Greeff entdeckten Hautkanalsystemes und meint, Alles, was als solches beschrieben worden sei, beruhe auf künstlichen Zerreissungen in der Innenschicht der Körperwand, hervorgebracht durch ungeeignete Conservirungsmethoden. Dabei übersieht er indessen vor Allem, dass Greeff seine Entdeckung gar nicht an conservirten, sondern an lebenden Thieren gemacht hat, und lässt ferner ausser Acht, dass Hamann die allmähliche Entstehung des Hautkanalsystemes bei jungen Thieren Schritt für Schritt verfolgen konnte (VII, 8). An dem thatsächlichen Vorhandensein des Hautkanalsystemes scheint mir also ebensowenig gezweifelt werden zu können wie an seiner Verbindung mit den Pseudohämalräumen.

Uebrigens wiederholt sich dieselbe Streitfrage hinsichtlich des Zusammenhanges des Hautkanalsystemes mit dem äusseren oralen Pseudohämalringe. Nach Greeff (184) und Hoffmann (232) entsendet der letztere in jedem Interradius einen zwischen den Kalkstücken der Mundecke (oralwärts von dem sog. Odontophor) aufsteigenden Kanal, der sich an dem interbrachialen Septum unter Vergabelung und Verästelung in die Höhe zieht. Greeff lässt die Endäste schliesslich mit dem aboralen Pseudohämalringe in Verbindung treten, während ich mich davon überzeugt zu haben glaube, dass sie sich mit dem Hautkanalsystem vereinigen. Cuénot (93, 99) dagegen behauptet, dass auch jene aufsteigenden Interradialäste des äusseren oralen Pseudohämalringes unmittelbar in die Leibeshöhle führen, erbringt aber auch dafür keinen sicheren Beweis.

(Ludwig.)

XII. Die Leibeshöhle.

Wie wir bei der Schilderung der jungen Larven sehen werden, entsteht die Leibeshöhle in Gestalt zweier Aussackungen, die symmetrisch rechts und links vom Urdarm liegen. Diese Aussackungen schnüren sich entweder vom Urdarm ab und werden zu je zwei gesonderten Blasen, oder aber sie entstehen aus einer anfangs quergelagerten grossen Blase, die sich in den hinteren Theil des Larvenkörpers fortsetzt. In diesem Falle erfolgt die Abtrennung vom Urdarm erst in einem späteren Stadium. In welcher Weise die einzelnen Theile der Leibeshöhle der *Bipinnaria*

den einzelnen Theilen des Cöloms beim entwickelten Seestern entsprechen, ist von den einzelnen Forschern verschieden dargestellt worden. Für unsere Schilderung genügt es, zu wissen, dass die Leibeshöhle eine Enterocölbildung ist und dass das Epithel, welches sie auskleidet, vom Entoderm abstammt. Die Leibeshöhle ist ein Hohlraum, der zwischen der Körperwand und dem Darm liegt. Sie ist bei den Asteriden nicht so geräumig wie bei Holothurien und Echiniden, sondern gemäss der plattgedrückten fünfstrahligen Gestalt der Seesterne zerfällt sie in einen centralen Theil, der hauptsächlich vom Darm, dem Axialsinus und den Geschlechtsorganen ausgefüllt wird, und in die radialen Abschnitte, die in die Arme hineinführen. Sie wird von einer grossen Anzahl von Strängen und Fäden durchsetzt, die die einzelnen Organe in der Leibeshöhle befestigen. Besonders an den radiären Blinddärmen zeigen sie sich in Gestalt von zwei Aufhängemembranen, Mesenterien, entwickelt. Hierzu kommen die Interradialsepta, welche im peripheren Theil der Leibeshöhle liegen.

Die radiären Fortsätze der Leibeshöhle reichen bis zur Spitze der Arme. In ihnen verlaufen die beiden radiären Fortsätze des Magens, bei einzelnen Arten ein Theil der Geschlechtsdrüsen, und endlich ragen in ihr Lumen die Ampullen der radiären Wassergefässe hinein.

Alle Organe, welche in der Leibeshöhle liegen, werden von ein und demselben Epithel überzogen. Am erwachsenen *Asterias rubens* ist es aus cubischen Zellen gebildet, deren Höhe nach Hamann (212) etwa 0,0025 mm beträgt. Die ganze innere Auskleidung des Cöloms wimpert. Jede Zelle scheint nur eine einzige Wimper zu tragen. An jungen Thieren ist das Epithel noch nicht an allen Stellen des Cöloms gleichmässig entwickelt; die Zellen sind mehr abgeplattet und der Zellkern ist von spindliger Gestalt, während er später kuglig geformt ist.

In der Flüssigkeit, die das Cölom erfüllt, trifft man amöboid sich bewegende Zellen an. Untersucht man die Flüssigkeit unter dem Mikroskop, so findet man sie getrübt. Diese Trübung rührt von den Zellen her, die bald einzeln, bald zu Packeten zusammengeballt in ihr fluctuiren. Sämmtliche Zellen zeichnen sich durch ihre feinen, dünnen, oft das Dreifache des Zellkörpers an Länge übertreffenden Pseudopodien aus. Ihre Gestalt ist sternförmig, ihre Bewegung sehr langsam. In der Zellsubstanz tritt ein Maschenwerk nach Anwendung von Reagentien hervor, das von der Filarmasse gebildet wird. Der Zellkern mit seinem Nucleolus ist kreisrund (Hamann 212).

Die Zellen des Axialsinus hat Hoffmann (232) als verästelt bis rund geschildert, ihr Protoplasma fein granulirt. Er sah sie bald zu Haufen zusammengepackt, bald einzeln. Diese Zellen stimmen im Bau mit denen der Leibeshöhle und ihren Verzweigungen (einschliesslich Pseudohämalkanälen) überein. Ebenso fand Hamann, dass die Zellen in den Hohlräumen der dorsalen Körperwand, die mit dem Axialsinus in Verbindung stehen, im Bau mit den Zellen aus der Leibeshöhle überein-

stimmen. Auch die Wanderzellen in den Blutlacunen haben denselben Bau, was besonders hervorgehoben zu werden verdient, wie auch Cuénot (93) und Hoffmann (232) betonen. Was Haeckel*) als Blutzellen bei Astropecten geschildert hat, sind offenbar die Zellen der Leibeshöhle gewesen. Die feinen Pseudopodien, das Verhalten des Kerns, das Absterben der Zelle und Einziehen der Fortsätze wird von ihm ausführlich dargestellt.

Die Zellen des Cöloms stammen wohl von dem Epithel der Wandung her, wie es Selenka für die Holothurien gefunden hat. Bei Asteriden trifft man auf Bilder, die in derselben Weise zu deuten sind. Anderer Meinung ist Cuénot (99), der sie im Axialorgan entstehen lässt.

Interessant sind die Beobachtungen von Durham (122), der sah, wie die Zellen der Leibeshöhle sich mit injicirten Körnchen beluden und diese durch die Wandung der Tiedemann'schen Körperchen nach aussen beförderten. Hamann (212) war es bereits aufgefallen, dass die Hohlräume dieser Organe dicht angefüllt sind mit Wanderzellen, deren Substanz stark mit Pigmenten beladen war. Durham ist der Ansicht, dass die Wanderzellen bei *Asterias rubens* wie bei Seeigeln unverwendbare Substanzen, Excrete, aufnehmen und, indem sie aus dem Epithel auswandern, diese aus dem Körper entfernen. Als Bildungsstätte für die Wanderzellen nimmt er das Axialorgan an.

Wenden wir uns nun zu den einzelnen Bildungen in der Leibeshöhle, soweit sie nicht bereits oben, wie die Befestigungsbänder der Verdauungsorgane (p. 587 ff.) besprochen sind.

Die Interbrachial- oder Interradialsepten sind verkalkte Bänder oder Septen, die das dorsale und ventrale Perisom miteinander verbinden. Sie liegen in den Interradien dergestalt, dass sie sich mit ihrem ganzen peripheren Rand an der Mittellinie der interradialen Körperwand befestigen (Asterias, Astropecten, Echinaster). In anderen Fällen aber, wie Ludwig (299) bei *Stellaster equestris* und Viguier bei *Asterina gibbosa* fand, durchsetzen diese Septen (auch sichelförmige Bänder genannt), allseitig frei die Leibeshöhle, indem sie sich nur an ihrem dorsalen und ventralen Ende befestigen.

In der Achse der Septen entwickeln sich Skelettheile. Nur in vereinzelten Fällen, so bei *Pentagonaster placenta*, bleiben sie nach Ludwig**) trotz ihrer verhältnissmässigen Dicke frei von Skelettheilen; ihr freier Rand endigt dorsal an den primären Interradialplatten.

In seiner grossen Abhandlung über das Skelet der Asteriden hat Viguier (1879) eine ausführliche Darstellung der Interbrachialsepten bei vielen Gattungen gegeben, auf die verwiesen werden muss.

*) Die Radiolarien, Berlin 1862, S. 103, Anmerkung 2.
**) Seesterne des Golfes von Neapel, 1898, p. 178.

C. Ontogenie.

I. Die Vorbereitungen zur Entwickelung.

Wir fassen die Ablage der Eier und des Samens, die Reifung der Eier und die Befruchtung in diesem Kapitel zusammen.

1. Ablage der Eier und des Samens.

Die Asteriden sind getrennt geschlechtlich. Nur von *Asterina gibbosa* ist durch die Untersuchungen von Cuénot (93) ein Hermaphroditismus festgestellt. Es sollen Eier wie Spermatosomen in denselben Geschlechtsorganen erzeugt werden, indem die jungen Thiere von etwa 12 mm männlich, die älteren weibliche sind (vergl. oben p. 593).

Ludwig*) bestreitet auf Grund der von ihm in Neapel untersuchten Thiere zunächst die Grössendivergenz zwischen Männchen und Weibchen und bezweifelt nach seinem Material die Zwittrigkeit überhaupt. Ebenso hat Macbride**) seine Zweifel an Cuénot's Angaben ausgesprochen. Ob die von diesem Forscher beobachtete Thatsache, dass er bei Jersey und Plymouth niemals männliche Thiere fand, sich aber die Eier wohl entwickelten, auf Parthenogenese hinweist, müssen künftige Untersuchungen lehren.

Durch Ludwig (307) sind wir mit allen Einzelheiten der Eiablage von *Asterina gibbosa* bekannt geworden. Die Eier werden in das Meer entleert, wo sie von den Thieren an Steine, wie Lacaze-Duthiers (273) bereits geschildert hatte, oder Pflanzen befestigt werden. Das geschieht in der Weise, dass die Weibchen sie an die Gegenstände, über die sie hinwegkriechen, festkleben. Als Klebstoff dient die Substanz der glashellen äusseren Hülle des Eies, die beim Austritt der Eier aus den Genitalöffnungen zähflüssig und klebrig ist und erst später erhärtet. Die Eier werden dicht nebeneinander und auf einmal abgelegt. Sie sind 0,5 mm gross, ziemlich genau kugelrund. Unterhalb der glashellen Schicht liegt die undurchsichtige Dotterkugel. Die Eier sind bei verschiedenen Exemplaren verschieden gefärbt; die Farbe wechselt zwischen gelb, orangefarben oder gelb mit deutlicher Beimischung von rosa. Bei anderen Arten, so *Asterias glacialis*, sind sie transparent. (Risso 186.)

Der Samen wird nach den übereinstimmenden Berichten von Agassiz (5), Ludwig (317) u. A. durch die Genitalöffnungen in das umgebende Wasser entleert.

---

*) Ludwig, Seesterne in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 1898. p. 241/2.

**) Macbride, The Development of *Asterina gibbosa*. Quart. Journ. of Microscop. Sc. V. 38, 1896, p. 339.

Nach dem letztgenannten Forscher kommt „etwas einer Begattung Aehnliches“ vor. Während das Weibchen mit der Eiablage beschäftigt ist, findet man in seiner Gesellschaft stets zwei oder drei Männchen, die, dicht an das Weibchen herangedrängt, „sich mit ihren Armen in solch' enger Weise über und unter die Arme des Weibchens schieben, dass der austretende Samen seinen Weg vorwiegend an die Unterseite des Weibchens und damit an die dort austretenden Eier nehmen muss.“

2. Brutpflege.

Für eine grössere Anzahl von Asteriden ist durch Beobachtungen sichergestellt worden, dass sie eine Art Brutpflege ausüben. Es scheint, als ob die Brutpflege mit der abgekürzten Entwickelung der Eier zusammenhängt, die sich direct, unter Verlust der pelagischen Larvenform, ausbilden, oder doch nur ein unvollkommenes Larvenstadium durchlaufen.

Der erste, der solche Fälle beschrieb, ist Sars (467) gewesen. Bei *Echinaster sanguinolentus* Müll. und *Asterias Mülleri* Sars finden die Eier, welche aus den Geschlechtsöffnungen austreten, dadurch einen Schutz und Brutraum zur Entwickelung, dass die Thiere ihre Arme ventralwärts zusammenkrümmen. Weiter ist die Beobachtung von Philippi*) zu erwähnen, welcher bei *Asteracanthion varium* beobachtete, wie das Thier den Rücken der Scheibe fast beutelförmig in die Höhe gehoben hatte, den Ursprung der Arme genähert und auf diese Weise einen Brutsack gebildet hatte. Die Jungen, von der Gestalt eines Fünfeckes, denen noch der Mund fehlte, waren mit einem Larvenorgan in Form eines langen Stranges an der Mutter befestigt.

Danielssen und Koren (473) haben bei *Pteraster militaris* und *Pt. pulvillus* ebenfalls Brutpflege gefunden. Ihnen schlossen sich an Gray (175) mit *Pt. capensis*, von Martens (338) mit *Pt. cribrosus*. Weitere Beobachtungen finden sich bei Wyville Thomson (541), der bei den Tiefseegattungen *Hymenaster* und *Leptoptychaster* complicirte Fälle von Brutpflege vorfand. Bei *Leptoptychaster kerguelensis* ist die Körperoberfläche mit Paxillen bedeckt, das heisst kleinen Kalksäulen, die auf ihrer Spitze eine Anzahl horizontaler Kalkstäbchen tragen. Indem sich diese Stäbchen der benachbarten Paxillen gegenseitig berühren, wird eine Decke gebildet, unter welche die Eier gelangen und sich geschützt entwickeln. Noch complicirter liegen die Verhältnisse bei *Pteraster* und *Hymenaster*. Wie bei der eben erwähnten Gattung *Leptoptychaster* ist die Apicalseite mit Paxillen besetzt, deren horizontale pinselförmig angeordnete Kalkstäbchen mit einer Haut versehen sind, sodass zwischen dieser Supradorsalmembran und der eigentlichen Oberfläche des Körpers ein Brutraum entsteht, der durch Oeffnungen mit dem Meerwasser in Verbindung steht. Solcher Oeffnungen giebt es eine am apicalen Pole, die

*) Neue Seesterne aus Chile, Arch. f. Naturgesch, 1870, S. 273, citirt von Ludwig (Entw. d. *Asterina gibbosa*).

mit fünf Klappen umstellt ist, weiter an den Seiten der Arme und in der Membran selbst, die contractil sein soll (X, 3).

Eine sehr merkwürdige Art der Brutpflege hat Studer*) bei *Stichaster nutria n. sp.* nachgewiesen. Er fand die jungen Seesterne in den interradialen Aussackungen vom Anfangstheil des Magens liegen. Perrier (418) sah junge Thiere von *Asterias spirabilis* mit einem Bauchstiel (Largenorgan) auf der Bauchseite der Mutter ihre Mundöffnung bedeckend, sitzen (XI, 1). Weiter fand er Brutpflege bei *Diplasterias Lütkeni* und *Steineni, Pheraster Ingoufi* und *incisus.*

3. Reifung der Eier und Befruchtung.

Die Eier verlassen das Ovarium, indem Keimbläschen und Keimfleck noch vorhanden sind. *Asterias glacialis.* Das Keimbläschen erleidet nach der Ablage des Eies in das Seewasser eine Umwandlung, indem an seine Stelle nach den Schilderungen Fol's (141) und Hertwig's (229) der weibliche Vorkern (Pronucleus) tritt, während zwei Richtungskörperchen oder Polkörper gebildet worden sind. Das Ei trägt nach der Reifung im Centrum den weiblichen Vorkern. Die Befruchtung findet nach der Darstellung der genannten Forscher in folgender Weise statt. Sobald die Spermatozoen mit der äusseren Hülle des Eies in Berührung kommen, bildet sich auf der Oberfläche des Eies eine Hervorwölbung des Plasmas, die nach dem zunächst gelegenen Spermatosom hinwächst. Diese Hervorragung („Empfängnisshügel“) vereinigt sich endlich mit letzterem, das nun durch sie in den Eidotter eindringt. Im normalen Zustande dringt bei der Befruchtung nur ein Spermatosom in das Ei. An derjenigen Stelle, wo das Spermatosom eintrat, bleibt in der Membran eine kraterförmige Oeffnung zurück, in der man den Schwanz des Samenfadens noch eine Zeit lang erkennen kann.

Der Kopf des Spermatosoms bildet sich zu einem Kern, den männlichen Vorkern, um, der allmählich tiefer in den Dotter eindringt, und zwar in der Richtung auf den weiblichen Vorkern. Endlich vereinigen sich beide und verschmelzen zu dem ersten Furchungskern. Im Einzelnen bestehen zwischen den Beobachtern mehrfache Differenzen über die feineren Vorgänge, die hier übergangen werden müssen.

Künstliche Befruchtung ist bei *Asterias glacialis*, *Asterias rubens, Asterias berylinus* u. a. versucht worden.

II. Die Entwickelung der Larve.

1. Bildung der Keimblätter und des Mesenchyms.

Das Seesternei furcht sich total und inäqual, das heisst die einzelnen Blastomeren sind ungleich gross. Bereits die beiden ersten Furchungskugeln lassen einen Grössenunterschied erkennen, der ihren Abkömmlingen bis zu dem 16zelligen Stadium noch eigen ist. Diese Angaben wie die

*) Jahrb. d. Hamburger wissenschaftl. Anstalten, 1885, S. 157.

folgenden gelten für *Asterina gibbosa*, deren Entwickelung Ludwig ausführlich beobachtete. Bei *Asterias berylinus* fand Agassiz (5) geringe Grössenunterschiede, ebenso Sars*) bei *Echinaster sangui nolentus*, sodass hier wohl eine Regel vorliegt.

Schon im vierzelligen Stadium liegen die Blastomeren derart aneinander, dass sie einen central gelegenen Hohlraum umschliessen, der in den folgenden Stadien an Ausdehnung zunimmt. Das Endresultat ist eine von einer Schicht gleichgrosser Zellen (Ektoderm) gebildeter blasenförmiger kugelrunder Embryo, die Blastula. Diese Entwickelungsstufe wird am ersten Tage nach der Eiablage und Befruchtung erreicht. Ein Morulastadium ist weder bei *Asterina* noch einer anderen Art beobachtet worden.

Die Blastula bedeckt sich jetzt auf ihrer Oberfläche mit einem feinen Wimperkleid. Nach der Entstehung der Wimpern beginnt sich die Blastula zu dem Gastrulastadium umzubilden, und zwar durch Invagination, Einstülpung, wie übereinstimmend beobachtet worden ist. Zunächst lässt die Blastula an einer Stelle, die wahrscheinlich dem unteren Pole des Eies entspricht, eine Einstülpung der Wandung erkennen. Während der fortschreitenden Invagination wächst der Embryo in die Länge, die Einstülpungsöffnung rückt während der Längsstreckung an den unteren Pol, um hier in subpolarer Lagerung Halt zu machen. Soweit die Darstellung von Ludwig.

Die Gastrulabildung durch Einstülpung ist früher von Hensen**) und Greeff (185) bei *Asterias rubens*, dann von Agassiz (5) bei *Asterias berylinus* und seither bei vielen Asteriden beobachtet worden. Aus der Darstellung von Agassiz und den späteren Forschern geht hervor, dass die Blastulawand an dem Theile, wo die Einstülpung erfolgt, verdickt ist, was auch bei den anderen Gruppen der Echinodermen beobachtet worden ist.

Die Gastrula stellt einen länglich ovalen Sack vor mit einer Oeffnung am unteren Pol, dem Urmund, der in den Gastruladarm führt, dessen Wandung das innere Keimblatt, das Entoderm, bildet. Es liegt der eingestülpte Theil des Blastoderms, der Urdarm, nicht unmittelbar dem Ektoderm an, sondern zwischen beiden ist eine Substanz vorhanden, die Hensen (224) den Gallertkern genannt hat. Sie ist nach Ludwig (307) eine flüssige Substanz, weshalb er den Namen Gallertkern verwirft. Nach Beobachtungen an lebenden Larven, in denen man die sogleich zu besprechenden Zellen sich langsam amöboid bewegen sieht, besitzt diese Bindesubstanz eine zähflüssige, gallertartige Consistenz. Sie ist ein Ausscheidungsproduct der Furchungszellen und im Blastulastadium bereits deutlich nachweisbar.

Die Bildung des Mesenchyms ist zuerst durch Metschnikoff (347)

*) M. Sars, Fauna littoralis Norvegiae 1, Christiania 1846, S. 50.

**) Archiv für Naturgeschichte, 1853, S. 242.

an *Astropecten aurantiacus* und *pentacanthus* genau untersucht worden, nachdem Hensen (224) gefunden hatte, dass bei einer *Brachiolaria* des Kieler Hafens sich von der inneren Oberfläche des sich einstülpenden Urdarmes Zellen abschnürten.

Die ursprünglich cylindrischen Zellen des invaginirten Urdarmes verflachen sich an seinem blindsackartigen Ende mehr und mehr; einige strecken kurze pseudopodienartige Fortsätze aus und verlassen allmählich den Zellverband und wandern in die Gallerte hinein. Gewöhnlich treten vier, fünf und noch mehr Zellen aus der Epithelblase heraus. Diese Auswanderung von Zellen lässt sich bis zu der Zeit, wo die Cölomsäcke sich gebildet haben, verfolgen. Greeff (185) giebt folgende Schilderung: An der einschichtigen Keimblase findet sich an einer Stelle eine Verdickung, indem hier nach innen einige Zellen vorspringen und zuweilen zum Theil schon jetzt in die Furchungshöhle „einwandern". An der Verdickung beginnt hierauf die Einstülpung des Blastoderms. Die eingewanderten Zellen vermehren sich und durchwandern den Raum zwischen Ektoderm und Entoderm mit amöbenartig ausgestreckten Pseudopodien.

Macbride (Quart. Journ. of Microscop. Sc. V. 38, 1896) giebt für *Asterina gibbosa* an, dass das Mesenchym sich im Gastrulastadium durch Theilung von Entodermzellen anlege, während Field (135) bei *Asterias vulgaris* die ersten Mesenchymzellen im Blastulastadium entstehen lässt und zwar an derjenigen Stelle, wo die Entoderm-Einstülpung sich bildet. Die Zellen bilden sich durch transverse Theilung, wobei allein die inneren Zellen amöboid werden sollen. Dieser Process dauert während der Invagination fort. In keinem Falle entstehen aber zwei bilateral symmetrische Urmesenchymzellen.

2. Bildung des Enterocöls, Hydrocöls und des Larvendarmes.

Die Entstehung der Leibeshöhle (Enterocöl) und des Wassergefässsystems (Hydrocöl) vollzieht sich in der Form von paarigen Ausbuchtungen an dem blinden Ende des Urdarmes, die bilateral-symmetrisch, rechts und links vom Urdarm, gelegen sind. Obgleich bei *Asterina* keine typische Bipinnarialarve gebildet wird, betrachten wir zunächst die Entwickelung dieser Art weiter und schliessen die Beobachtungen der übrigen Forscher an.

Am dritten Tage zeigen sich am Gastruladarm Veränderungen. Man unterscheidet jetzt an ihm den kurzen cylindrischen Anfangstheil, in den der auf der Vorder- oder Bauchseite gelegene Urmund hineinführt, und den kuglig blasigen, blind geschlossenen Endabschnitt, an dem sich jetzt jederseits eine rechte und linke Ausbuchtung zeigt, die sich nach hinten ausbreiten und verlängern und den hinteren Theil des Urdarmes bedecken. Den blasigen Abschnitt des Gastruladarmes sammt den beiden Ausbuchtungen nennt Ludwig das Enterocöl, besser ist der Ausdruck Entero-Hydrocöl zu verwenden. Zu gleicher Zeit verdünnt sich die Wand des blasigen Endabschnittes mehr und mehr. Während nun die beiden Aus-

buchtungen (Lateraltaschen) sich nach hinten verlängern, wächst der Larvendarm nach dem oberen Pole. Jetzt nimmt die bisher bilateral-symmetrische Larve einen unsymmetrischen Bau an, indem die linke Ausbuchtung stärker wächst als die rechte. An der Vorderseite der Larve, etwa in ihrer Mitte, bildet sich unterdessen eine Einstülpung des Ektoderms, die sich in Gestalt eines hohlen Zapfens nach innen senkt und da, wo Larvendarm und Entero-Hydrocöl ineinander übergehen, die anstossende Entodermwand einbuchtet. Diese Einstülpung ist die Anlage des Mundes und Munddarmes der Larve. Auf dieser Entwickelungsstufe, oft schon vor der Mundbildung, verlässt der Embryo die Eihülle und schwimmt jetzt mit Hilfe seines Wimperkleides, das die Oberfläche, das Ektoderm, allseitig bedeckt, frei im Wasser herum. Er besitzt jetzt eine birnförmige Gestalt (IX, 4 *oc*).

Zu derselben Zeit schnürt sich das Entero-Hydrocöl vom Urdarm ab und stellt einen hufeisenförmigen Hohlraum dar, dessen Schenkel rechts und links vom Darme im mittleren und unteren Theile der Larve liegen, während sein mittlerer Theil den oberen Larvenkörper einnimmt.

Jetzt bricht das bisher blinde Ende des Munddarmes in den Larvendarm durch, sodass jetzt drei Theile am Darm der frei schwimmenden Larve zu unterscheiden sind, nämlich der durch eine ektodermale Einstülpung entstandene Munddarm, der Mitteldarm und der kurze Enddarm, der durch den After, den Gastrulamund, nach aussen mündet. Letzterer schliesst sich bald, am fünften, selten am vierten oder sechsten Tage. Der Darm trägt in seinen drei Abtheilungen Cilien auf seiner inneren Oberfläche.

Am fünften Tage lässt sich ein weiteres Wachsthum der beiden Ausbuchtungen des Entero-Hydrocöls, der Lateraltaschen, feststellen. Beide umwachsen den Darm, indem die linke rascher sich entwickelt und die rechte an Ausdehnung übertrifft. Nachdem sich endlich die Lateraltaschen vorn und hinten berühren, verschmelzen sie vorn miteinander, sodass es an der Vorderseite des Darmes zur Bildung eines gemeinsamen Hohlraumes kommt. An der hinteren Berührungsstelle tritt jedoch keine Verschmelzung ein, sondern die sich berührenden Wände der beiden Ausbuchtungen, zwischen welche eine dünne Mesodermlage sich einschiebt, bilden eine Art Mesenterium, das vom Darme zur Körperwand zieht.

In der linken Ausbuchtung des Entero-Hydrocöls vollzieht sich nun die Anlage des Wassergefässsystems als eine anfangs taschenförmige Aussackung in der der Körperwand anliegenden Wandung, die bald eine fünflappige Gestalt annimmt. Diese immer deutlicher hervortretenden Ausbuchtungen werden zu den fünf radiären Hauptgefässen des Wassergefässsystems. Zu derselben Zeit bildet sich auf der Hinterseite der Larve, ungefähr gegenüber dem Larvenmunde, eine ektodermale Einstülpung, die sich in die linke Ausbuchtung des Entero-Hydrocöls öffnet; es ist diese Bildung der Rückenporus, durch den eine Communication

mit dem Seewasser hergestellt wird. Dieser Rückenporus ist aber nicht mit dem sich später bildenden Steinkanal zu verwechseln. Wie Ludwig besonders hervorhebt, steht der Rückenporus anfänglich nicht mit dem Hydrocöl in Verbindung, sondern führt in einen Hohlraum, von dem das Hydrocöl noch nicht abgetrennt ist. Es kann deshalb der Rückenporus in seiner primären Bedeutung als ein in das Enterocöl führender Porus betrachtet werden, ein Zustand, wie er bei den Crinoiden dauernd besteht.

An dieser Stelle sei des Larvenorgans der *Asterina* gedacht, das aus einer wulstförmigen Verdickung am oberen Larvenende hervorgeht, und schliesslich in einen vorderen kurzen Lappen und einen hinteren längeren Lappen zerfällt, während das vordere Körperende schief abgestutzt ist (IX, 2—4*a*).

Diese Darstellung von der Bildung der Leibeshöhle, wie sie von Ludwig gegeben wurde, ist durch die Untersuchungen von Macbride*) und Goto mehrfach beanstandet worden. Die erste Anlage des Enterocöls und die Bildung der Aussackungen werden in übereinstimmender Weise geschildert. Es entstehen die beiden Entero-Hydrocölanlagen, die nach hinten sich ausdehnen (IX, 5, 6). Alsbald tritt eine Trennung ein, indem sich ein vorderer Abschnitt *vc*, ein linker hinterer *lpc* und etwas später auch ein rechter hinterer Abschnitt *rpc* unterscheiden lassen (IX, 7, 8). Vom linken vorderen Abschnitt aus bildet sich am hinteren Ende die Hydrocölanlage mit dem Porenkanal, am rechten schnürt sich ebenfalls ein Bläschen *rhy* ab, das persistirt und als rudimentäre Anlage eines rechten Hydrocöls angesehen wird. Beim erwachsenen Thier trifft man es an als einen geschlossenen Sack unterhalb der Madreporenplatte. Macbride beschreibt anormale Larven, bei denen es in dieser rechten Hydrocölanlage zur Bildung mehrerer Aussackungen und Anlage eines Porenkanales gekommen war. Der orale Theil der Leibeshöhle bildet sich vom linken hinteren Enterocöl aus (IX, 9, 10). In einem späteren Stadium tritt der vordere Abschnitt mit dem linken hinteren Abschnitt des Cöloms an zwei Stellen von Neuem in Verbindung. Während der Metamorphose breitet sich der linke hintere Cölomabschnitt weiter aus, indem er dorsal und ventralwärts Fortsätze oder Hörner entsendet, die sich später zu einem Ringe schliessen. Die Perihämalräume sind Ausstülpungen theils des vorderen Cölom- (IX, 9, 10), theils des linken hinteren Cölomabschnittes.

Betrachtet man einen Längsschnitt, der dorsoventral durch einen Seestern am Ende der Metamorphose geführt ist (IX, 10), so sehen wir im Centrum den dunkel gehaltenen Darm mit der in Bildung begriffenen Mundöffnung *oes*. Mit *orc* ist das orale Cölom bezeichnet, das sich weit in das linke hintere Cölom *lpc* öffnet, mit *l'p'c'* das rechte ventrale „Horn"

*) Journ. of Microscop. Journ. N. Ser. V, 38, 1895.

des linken Cölomabschnittes, mit *rpc* das rechte hintere Cölom, das dorsalwärts liegt.

Die Bildung des Entero-Hydrocöls vollzieht sich bei den übrigen Asteriden, wie es scheint, in anderer Weise. Während bei *Asterina* sich eine einzige quergelagerte Blase vom Urdarme abschnürte, sehen wir wie bei *Asterias berylinus* nach den Beobachtungen von Agassiz (5) am etwas erweiterten blinden Ende des Urdarmes zwei seitliche Ausbuchtungen entstehen, die sich zu getrennten Blasen abschnüren (VIII, 7). Diese Blasen wurden von Agassiz für die Anlagen des Wassergefässsystems gehalten, während erst Metschnikoff (347) zeigte, dass auch die Leibeshöhle aus ihnen entstände. Beide Entero-Hydrocölblasen wachsen in Gestalt von zwei Schläuchen *d, d'* nach hinten; die linke tritt durch Anlage des Rückenporus mit der Aussenwelt in Verbindung (VIII, 9); durch eine Einschnürung zerfällt sie endlich in einen hinteren Theil und einen vorderen, das Hydrocöl, das die erste Anlage des Wassergefässsystems darstellt. Der Rest der linken Blase sowie die rechte entwickeln sich in der bei *Asterina* geschilderten Weise als Enterocöl zur Leibeshöhle.

Diese getrennte Art der Entstehung des Enterocöls und Hydrocöls hat Greef (185) bei *Asterias rubens* und Götte (166) an Bipinnarien und bei *Asterias glacialis* beschrieben. Interessant ist die Beobachtung Götte's, dass die beiden Bildungsformen des Enterocöls und Hydrocöls, wie wir sie typisch bei *Asterina* und *Asterias* kennen gelernt haben, nicht diametral entgegengesetzt sind, sondern dass bei *Asterias glacialis* die beiden Blasen während ihrer Abschnürung vom Urdarm ausnahmsweise in Zusammenhang bleiben können, oder mit anderen Worten ausgedrückt, dass eine unpaare Entero-Hydrocölblase sich abschnürt, die erst später in zwei zerfällt.

Bereits oben wurde hervorgehoben, dass an den jungen Larven eine bilaterale Symmetrie zum Ausdruck kommt, die zur Zeit der Anlage der beiden Ausbuchtungen des Entero-Hydrocöls erhalten ist. Nach der Beobachtung von Field (135) ist die bilaterale Symmetrie an der Larve von *Asterias vulgaris* noch später wahrnehmbar, indem nach der Bildung der beiden Entero-Hydrocölblasen nicht nur für die linke ein Rückenporus und Steinkanal, sondern auch für die rechte diese Organe entstehen. Später bilden sich Rückenporus und Steinkanal der rechten Blase zurück.

Die Darstellung, die Bury (77) von der Entstehung des Entero-Hydrocöls bei *Asterias vulgaris* giebt, schliesst sich eng an die Beobachtungen der genannten Forscher an. Hervorzuheben ist aber, dass er eine Zweitheilung auch in der rechten Enterocölblase erkennt und ein vorderes von einem hinteren Enterocöl unterscheidet, die miteinander in Verbindung bleiben, bei Ophiuren- und Echinidealarven aber später getrennt sind (X, 6 *rac* und *rpc*).

Eine andere Darstellung giebt aber Goto für *Asterias pallida**). Er unterscheidet in der *Bipinnaria* rechts und links vom Darm ein vorderes und hinteres Entero-Hydrocöl, die miteinander in Verbindung stehen und in die Brachiolariarme später Divertikel entsenden. Während des Brachiolariastadiums trennt sich der rechte hintere Abschnitt von den übrigen. Dasselbe geschieht während der Metamorphose auf der linken Seite, wo der hintere Theil sich ebenfalls abschnürt, während rechts ein mittlerer Abschnitt sich bildet. Auf diese Weise sind drei Höhlen entstanden, eine rechte hintere, eine rechte vordere, die mit der linken vorderen zunächst in Zusammenhang bleibt, und eine linke hintere Höhle, die mit dem rechten mittleren Abschnitt in Verbindung steht. In späteren Stadien ist aus den vereinigten vorderen Enterocölabschnitten der Axialsinus gebildet worden, die beiden hinteren Enterocöle sind auf der ventralen Seite vereinigt; der vom rechten hinteren Enterocöl durch ein Septum abgeschnürte Theil wird zu der (exogastrischen) dorsalen Leibeshöhle, der übrig bleibende Theil wird ein Theil der ventralen Leibeshöhle. Das periösophegeale Cölom entsteht vom linken hinteren Enterocöl, von dem aus sich auch das Hydrocöl abschnürte.

3. Die Ausbildung und Gestalt der Larve.

A. Die *Bipinnaria* (einschl. *Brachiolaria*).

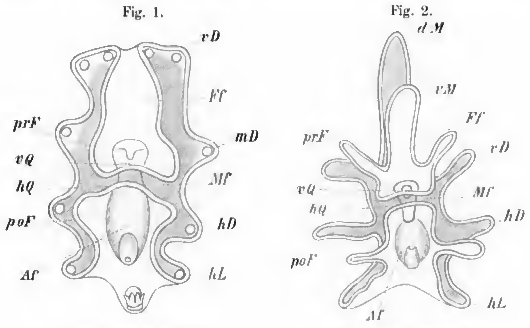
Wir haben die Asteridenlarven in einem Stadium verlassen, wo die gesammte Körperoberfläche gleichmässig von Wimpern bedeckt war. Diese Cilien verschwinden und sind im bilateral-symmetrischen Stadium der Larve nur in Gestalt von zwei Kränzen oder Streifen vorhanden, die man als Wimperschnüre bezeichnet. Die junge Asteridenlarve, welche ihr Entdecker Sars *Bipinnaria* nannte, gleicht in den jüngeren Stadien, in denen der ventrale und dorsale Theil der Wimperschnur noch zusammenhängen, der Auriculariarlarve. Erst dadurch, dass bei dem weiteren Wachsthum die Wimperschnüre des präoralen Feldes der Bauchfläche, des Frontalfeldes, miteinander zusammenstossen und das Verbindungsstück schwindet, emancipirt sich das Frontalfeld mit seiner es umgebenden Wimperschnur und das Hauptmerkmal ist entwickelt, das die Bipinnarialarve sofort erkennen lässt. Die Wimperschnur zerfällt in zwei Theile, einen präoralen, der das Frontalfeld, und einen dorsalen und ventralen, der das Analfeld und die ganze Dorsalseite begrenzt. Dies ist die Art der Entstehung, wie sie Mortensen**) schildert, der zum ersten Male eine kritische Sichtung der bisherigen Beschreibungen von Larven versucht hat.

---

*) The Metamorphosis of Asterias pallida. Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, Pt. 3, 1898, und Annotationes Zool. Japonenses, Vol. 2, P. 3, 1898.

**) Mortensen, Th., Die Echinodermenlarven der Plankton-Expedition nebst einer systematischen Revision der bisher bekannten Echinodermenlarven, Kiel und Leipzig, 1898, in: Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung, Bd. 2, J.

Ein weiteres Charakteristicum ist die Ausbildung zweier Fortsätze, die anderen Echinodermenlarven fehlen; das sind Verlängerungen des Vorderendes des Dorsal- und des Frontalfeldes, die die Namen dorsaler



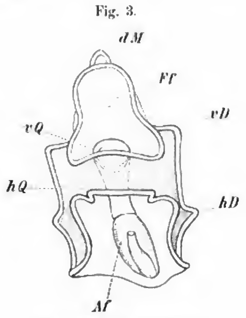
Auricularia stelligera, *Bipinnaria elegans*, mit den Bezeichnungen von Mortensen.

v D, m D, h D, vorderer, mittlerer, hinterer Dorsalfortsatz; *prF, poF*, präoral-, postoral-Fortsatz; *v Q, h Q*, vorderer, hinterer Quersaum; *d M, v M*, dorsaler, ventraler Medianfortsatz; *h L*, hinterer Lateralfortsatz; *Ff*, Frontalfeld; *Af*, Analfeld; *Mf*, Mundfeld.

und ventraler Medianfortsatz führen, worunter man der Bequemlichkeit wegen die Fortsätze plus den vor den Präoral- und vorderen Dorsalfortsätzen liegenden Stücken versteht.

Mortensen unterscheidet vier Formen in der Entwickelung der Fortsätze. Die einfachste Form zeigen sie bei der *Bipinnaria* von *Astropecten*; hier sind sie nur gering ausgebildet. Fig. 3.

Als lange Fortsätze treten sie bei der *Bipinnaria*, die Joh. Müller (370) als *B.* von Marseille beschrieben hat, auf; Fig. 2; bei einer dritten Gruppe sind sie noch weiter ausgebildet. Hierher gehört die als *B. asterigera* von Sars (465) beschriebene Larve. Die ungemein verlängerten Medianfortsätze werden als activ bewegliche Schwimmapparate benutzt. Als vierten Typus kann man die



Bipinnaria von *Astropecten*, nach Metschnikoff.

als *Brachiolaria* benannte Larvenform bezeichnen, bei der zu den gewöhnlichen Fortsätzen noch drei stark contractile Fortsätze hinzugekommen sind, die Brachiolarfortsätze*). Diese liegen vor den Präoralfortsätzen, am vorderen Ende des Frontalfeldes. Der unpaare mediane ersetzt den ventralen Medianfortsatz. An seiner Basis liegt ein Saugnapf. Die Spitze, theilweise auch die Seiten, dieser Brachiolarfortsätze sind mit Papillen besetzt. Die Wimperschnur erstreckt sich, soweit bekannt, nur bei *B. papillata* auf diese Fortsätze (IX, 1).

Mortensen macht darauf aufmerksam, dass einzelne Bipinnarien sich in diese vier Gruppen nicht einordnen lassen; es sind *B. reflexa, abbreviata* und *Wilsoni*; daher wird man bei der geringen Kenntniss der Asteridenlarven zur Zeit von einer definitiven Eintheilung absehen müssen.

Es sind jetzt 19 verschiedene Bipinnarien bekannt, von denen sich nur fünf auf die zugehörige Art zurückführen lassen. Es sind die Bipinnarien von *Asterias rubens* L., *A. vulgaris* Stimps., *Luidia Sarsi* Dub. et Kor., *L. ciliaris* Gray, *Astropecten*, Art unbekannt.

Eine Benennung der einzelnen Larven nach dem Binominal-Princip ist bisher nicht durchgeführt worden. Mit demselben Rechte, wie man die Finnenstadien der Cestoden mit besonderen Namen versehen hat, können auch die als selbständige Formen auftretenden Larven der Echinodermen benannt werden. Es ist dankenswerth, dass Mortensen alle beschriebenen Larven in ein System gebracht und benannt hat. Die Asteridenlarven führt er als *Bipinnaria* auf, trennt aber nicht von dieser Form die *Brachiolaria*, da beide im Wesentlichen übereinstimmen; letztere ist nur eine mehr differenzirte *Bipinnaria*, die in jüngeren Stadien sich überhaupt nicht von ihr unterscheiden lässt. Bevor wir jedoch das System betrachten, ist es nothwendig, die Nomenklatur der Körpertheile einer Larve festzustellen.

B. Die Nomenklatur des Larvenkörpers.

Seit Johannes Müller's Abhandlungen, der die erste specielle Benennung der Theile des Larvenkörpers gab, sind die meisten Nachfolger ihrer eigenen Nomenklatur gefolgt. Dazu kommt, dass die einzelnen Forscher von Joh. Müller bis auf Boveri die Larven umgekehrt orientirten, sodass die Benennungen schon aus diesem Grunde unbrauchbar sind. Die von Mortensen**) jüngst vorgeschlagene neue Nomenklatur ist derartig übersichtlich und praktisch, dazu auch für die *Auricularia* und *Pluteus* passend, dass ich sie im Folgenden ausschliesslich benutzen werde. Da im ersten Bande (Holothurien) von Ludwig eine besondere Nomenklatur gebraucht worden ist, so sei die Auricularialarve mit der

*) Es sei hier darauf aufmerksam gemacht, dass in der schematischen Figur Joh. Müller's die Brachiolarfortsätze fälschlich auf der Dorsalseite sitzen und diese Figur in alle Lehrbücher übergegangen ist, während, wie auch Mortensen betont, auf den Tafeln Müller's die Verhältnisse richtig dargestellt sind.

**) Die Echinodermenlarven der Plankton-Expedition, S. 4.

Mortensen'schen Benennung neben der *Bipinnaria* abgebildet. Die Tabelle möge die Vortheile der Mortensen'schen im Vergleich mit der Joh. Müller'schen Nomenklatur zeigen:

Mortensen 1898.	Joh. Müller 1846 ff.
Vorderer Quersaum, *v Q*.	Vorderer querer transversaler Zug der Wimperschnur.
Hinterer Quersaum, *h Q*.	Hinterer querer transversaler Zug der Wimperschnur.
Frontalfeld, *Ff*.	Antorales (vorderes) Bauchfeld.
Analfeld, *Af*.	Anales (hinteres) Bauchfeld.
Postoral-Fortsatz, *po F*.	Markisen-Arme; Arme des vorderen Schirmes.
	Fortsätze am Rande des hinteren ventralen Feldes.
Hinterer Lateral-Fortsatz, *h L*.	Auriculae, Auricularfortsätze, Seitenarme (*Ophiopluteus*).
Hinterer Dorsal-Fortsatz, *h D*.	Dorsale Seitenarme, hintere Seitenarme (*Ophiopluteus*).
Mittlerer Dorsal-Fortsatz, *m D*.	Lappen am dorsalen Seitenrande.
Vorderer Dorsal-Fortsatz, *v D*.	Lappen am dorsalen Seitenrande. 2. Paar der dorsalen Seitenarme.
Vorderer Lateral-Fortsatz, *v L*.	Arme des Mundgestelles, des hinteren Schirmes.
Präoral-Fortsatz, *pr F*.	Nebenarme des Mundgestelles, Fortsätze am Rande des vorderen Bauchfeldes.
Dorsaler Median-Fortsatz, *d M* (*Bipinnaria*). Ventraler Median-Fortsatz, *v M* (*Bipinnaria*).	Endflossen (*Bipinn. asterigera*).
Unpaarer Hinterfortsatz (*Echinopluteus*).	Scheitelfortsatz.

An Stelle des Ausdruckes „Arme" hat Mortensen durchweg die Benennung „Fortsatz" (Processus) gebraucht, da er sowohl für die langen Ausbuchtungen eines *Ophiopluteus* als wie für die kaum erkennbaren der Auricularien und verschiedener Bipinnarien verwendet werden kann.

C. Beschreibung der Arten (nach Mortensen).

a. Fortsätze wenig ausgebildet (Textfigur 3).

a'. Eine kleine, aber deutliche Einbuchtung zwischen hinterem Quersaum und Postoralfortsatz.

1. *Bipinnaria Metschnikoffi* Mrtsn.

Metschnikoff (347), p. 33, Taf. 11, Fig. 5—11.

Wahrscheinlich zu *Astropecten* gehörig. Fundort: Spezia. Mai-Juni.

2. *Bipinnaria Mülleri* Mrtsn.

Joh. Müller, 4. Abh., p. 31, Taf, 2, Fig. 5—13, Taf. 3—5, Fig. 1—10.
Metschnikoff (347), Taf. 11, Fig. 4.

Nach Gräffe wahrscheinlich zu *Astropecten aurantiacus* Gray gehörig, 0,4 mm gross. Fundort: Triest, Messina. Mai-September.

3. *Bipinnaria Goettei* Mrtsn.

Goette, Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. 12, 1876, Taf. 28, Fig. 45.

Vielleicht ebenfalls zu *Astropecten* gehörig. Fundort: Neapel.

b′. Keine Einbuchtung zwischen hinterem Quersaum und Postoralfortsatz.

4. *Bipinnaria Russoi* Mrtsn.

A. Russo (454), p. 124, Taf. 2, Fig. 20—25.

Nach Russo zu *Asterias glacialis* gehörig, was von Mortensen bezweifelt wird, da den Asteriaslarven ein Brachiolaria-Stadium zukommt. Fundort: Neapel. April-Mai.

5. *Bipinnaria Buryi* Mrtsn.

Bury (Quarterly Journ. of microsc.: Sc. N. S. Vol. 38, 1895), Taf. 7, Fig. 27.

Zugehörigkeit zu *Asterias glacialis* zweifelhaft. Fundort: Neapel.

6. *Bipinnaria simplex* Mrtsn.

Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., S. 31, Taf. 2, Fig. 3.

Grösse: 0,5 mm. Fundort: 37,7° N., 25,2° W., Açoren. October.

b. Alle Fortsätze wohl ausgebildet.

Brachiolarfortsätze nicht vorhanden.

aa. Vorderer Theil des Körpers (Medianfortsätze) nicht besonders verlängert.

α. Ventraler Medianfortsatz ungefähr so breit als das Frontalfeld.

7. *Bipinnaria elegans* Mrtsn. (Textfigur 2).

Joh. Müller, II. Abh., p. 8, Taf. 1, Fig. 8—9.
Krohn, Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1854, p. 212.
Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., p. 32, Textfig. 2.

Soll nach Agassiz jüngeres Stadium von *Bipinn. papillata* sein, was Mortensen bestreitet. Grösse 1‴. Fundort: Marseille, Messina. Februar-März.

8. *Bipinnaria latifrons* Mrtsn.

Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., p. 34, Taf. 3, Fig. 1—2.

Grösse: 0,5—0,7 mm. Fundort: Floridastrom, 37,9° N., 59,1° W., 37,1° N., 59,9° W. August.

9. *Bipinnaria Wilsoni* Mrtsn.

Brooks, Handbook of Invertebrate Zool. 1882, p. 130 f., Fig. 78—81.

Grösse: 1/12" (engl.). Fundort: Ostküste Nordamerikas.

β. Ventraler Medianfortsatz viel schmäler als das Frontalfeld.

10. *Bipinnaria reflexa* Mrtsn.

Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., S. 35, Taf. 2, Fig. 5—7.

Grösse: 0,4—0,6—1,1 mm. Fundort: bei Cap Verden und in der Nähe von Fernando Noronha. August-September.

11. *Bipinnaria affinis* Mrtsn.

Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., S. 36, Taf. 2, Fig. 8.

Grösse; 0,47 mm. Fundort: Nördlicher Aequatorialstrom, 20,4° N., 37,8° W., October.

12. *Bipinnaria inflata* Mrtsn.

Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., p. 37, Taf. 3, Fig. 3.

Grösse: 0,6 mm. Fundort: Guineastrom, 2,9° N., 18,8° W. September.

13. *Bipinnaria abbreviata* Mrtsn.

Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., p. 37, Taf. 3, Fig. 4—5.

Grösse: 1,1 mm. Fundort: Labradorstrom, 47,0° N., 51,5° W. Juli.

bb. Vorderer Theil des Körpers (Medianfortsätze) sehr verlängert.

14. *Bipinnaria asteriga* Sars.
Bip. von *Luidia Sarsi* Düb. et Kor.

M. Sars (465), p. 37, Taf. 15, Fig. 40a—d.
„ „ (467), p. 176.
Koren og Danielssen (262), S. 347, Taf. 7, Fig. 7—9.
„ „ „ Nyt Mag. f. Naturvidenskab., 5, 1847, p. 253.
Joh. Müller, 1. Abh., p. 29; 2. Abh., p. 9, Taf. 2, Fig. 1—3.
„ „ 3. Abh., p. 29, Taf. 7, Fig. 5—8; 7. Abh., p. 33, Anmerkg.
„ „ Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol., 1855, p. 87.
Agassiz, Selections, Taf. 8, Fig. 24.
Ludwig, Sitzungsber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilk., 1895.

Ist die grösste aller bekannten Echinodermenlarven, gehört nach Ludwig zu *Luidia Sarsi*. Grösse: ca. 7 mm. Fundort: Bergen, Nordsee, Messina, Neapel. Mai, September-October.

Brachiolarfortsätze vorhanden.

a. Brachiolarfortsätze rund, mit einer Krone von Papillen an der Spitze.

15. *Bipinnaria pallidus* Agassiz.
Bip. von *Asterias vulgaris* Stimps.

Agassiz (5), Taf. 3—4.
„ Selections, Taf. 7, Fig. 29—34, Taf. 8, Fig. 1—23.
Field (135).

Fundort: Ostküste Nordamerikas. Juni-August.

16. *Bipinnaria* von *Asterias rubens* L.

Hensen (224), Sars (472), Greff (185), Semon (489), Taf. 2, Fig. 5—13.

Grösse: bis 2 mm. Fundort: in den dänischen Gewässern sehr gemein, ebenso an allen nordeuropäischen atlantischen Küsten. Mai-Juli. In der westlichen Ostsee und Kattegat noch im August und September.

17. *Bipinnaria laevis* Mrtsn.

Joh. Müller, 2. Abh., Taf. 3, Fig. 1—2, „Brachiol. v. Helsingör".
Grösse: 1,4 mm. Fundort: Helsingör. September.

18. *Bipinnaria megaloba* Mrtsn.

Mortensen, Echinodermenlarven d. Plankton-Exped., p. 44, Taf. 3, Fig. 6.
Grösse: 1 mm. Fundort: Sargasso-See, 31,7° N., 43,6° W. August.

b. Brachiolarfortsätze flach mit Papillen an den Seiten.

19. *Bipinnaria papillata* Mrtsn.

Joh. Müller, 7. Abh., p. 35, Taf. 9, Fig. 7—12, „*Brachiolaria* v. Messina.

Wahrscheinlich nach Agassiz zu *Asterias tenuispinus* gehörig. Grösse: 1,7 mm. Fundort: Messina. Herbst.

Es ist selbstverständlich, dass dieses System von Mortensen nur provisorisch sein kann. Es ist hier abgedruckt worden, da es eine kurze Uebersicht über unsere jetzige Kenntniss frei schwimmender Asteridenlarven bietet.

D. Die Larven der Asteriden mit Brutpflege.

Eine Anzahl Asteriden sind bekannt geworden, bei denen eine Art Brutpflege vorkommt. Die Larve dieser Thiere lebt nicht pelagisch, es fehlt ihr die typische Wimperschnur; der Körper ist gleichmässig mit Wimpern bedeckt. Dieses Wimperkleid dient zur Fortbewegung. Weiter besitzen diese Larven besondere Haftorgane. Nach der Darstellung von Koren und Danielssen sollte bei *Palmipes miliaris* eine abgekürzte Entwickelung stattfinden. Wahrscheinlich verläuft sie aber in der-

selben Weise wie bei *Asterina*. Neue Untersuchungen sind dringend wünschenswerth.

Am besten ist durch Ludwig (307) und Macbride (Journ. Micr. Sc. Vol. 38) die Larve von *Asterina gibbosa* bekannt geworden, bei welcher sich am vorderen Körperende eine wulstförmige Verdickung, die in der Mitte eine tiefe Einsenkung zeigt, entwickelt. Diese Verdickung wächst in die Länge und stellt schliesslich die beiden Kopflappen der Larve dar, den vorderen kleinen und den hinteren grossen. Das ganze Organ übertrifft an Grösse den Larvenkörper.

Das Larvenorgan besteht aus den drei Körperschichten der Larve, der Haut (Ektoderm), mit einer Lage feiner Muskelzellen, die eine Krümmung und Verkürzung der Lappen zulassen, aus der Entodermschicht, die den Hohlraum — eine Fortsetzung des Enterocöls — auskleidet, und drittens zwischen beiden aus einer Mesodermlage (Bindesubstanz).

Mit Hilfe der Lappen des Organs saugt sich die Larve fest, wie zuerst Lacaze-Duthiers (273) beobachtet hat. Ludwig hat an einzelnen Larven den Kopflappen gegabelt gefunden, und giebt ihm das einen Grund, zwischen den drei Lappen und den Fortsätzen der *Brachiolaria* eine Homologie zu sehen, wie das früher Joh. Müller*) und Sars schon ausgesprochen hatten.

Aehnliche Haftorgane sind durch Sars (467, 468) bekannt geworden, so bei *Echinaster sanguinolentus, Asterias Mülleri.* Bei diesen Arten sind vier bis fünf Lappen zu unterscheiden. W. Thomson (537) fand bei *Asteracanthion violaceum* ein dreitheiliges Larvenorgan. Macbride ist mehr geneigt, das Larvenorgan mit seinen langen Cilien mit einem Theil der Wimperschnur der *Bipinnaria* zu vergleichen, den in der Mitte desselben gelegenen Hügel, der zur Anheftung dient, mit den Papillen auf den Armen einer *Brachiolaria*.

4. Der Uebergang der Larve in den Seestern.

Erst die letzten Jahrzehnte haben uns eine sichere Kunde von der Metamorphose der Larve und der Entstehung und Ausbildung der einzelnen Organe des sich bildenden Seesternes gebracht.

Durch Joh. Müller's Beobachtungen wusste man, dass sich der junge Seestern nur in einem Theile des Larvenkörpers anlege. Wenn er aber meinte, dass nur die Verdauungsorgane und das Wassergefässsystem der Larve in den Seestern übergingen, der übrige Larvenkörper aber nicht Verwendung finde, so hat sich durch die Untersuchungen zuerst von Agassiz (1) und Metschnikoff (347) diese Ansicht nicht festhalten lassen. Bei allen Asteriden, deren Entwickelung näher bekannt geworden ist, legt sich der Körper des Seesterns in einem kleinen Abschnitt der Larve an, und zwar im hinteren, indem er den Mitteldarm

*) Ueber den allgemeinen Plan in der Entwickelung der Echinodermen. Gel. i. d. k. Akad. d. Wiss. 19. Febr. u. 28. Oct. 1852. Berlin 1853.

umfasst. Stets ist die Anlage getrennt, das heisst es bildet sich eine actinale (orale) und abactinale (apicale) Anlage, die secundär verschmelzen. Der grösste Theil der Larve wird resorbirt, nicht aber abgeworfen.

A. *Bipinnaria.*

Die Anlage des Seesterns wird zuerst durch die fünfstrahlige Anlage des Wassergefässsystems erkennbar, die links vom Magen der Larve sich anlegt in Gestalt eines rosettenförmigen fünflappigen Gebildes. Zugleich rückt der Magen und die ihn umgebenden Theile auf die linke Seite. Bereits vorher hat die Skeletbildung begonnen, indem sich Mesenchymzellen dorsalwärts vom Magen auf der Oberfläche der rechten Seite des Enterocöls ansammeln und fünf radiär gestellte kleine Kalkstäbchen bilden. Diese Mesenchymanlage, die auf der dorsalen Fläche des künftigen Seesternes liegt, ist die „Echinodermanlage" oder Kappe, die nach Joh. Müller aus der Umgebung des Magens, nach Al. Agassiz aus dem Wassergefässsystem sich bilden sollte, während Metschnikoff den eigentlichen Sachverhalt erst aufdeckte. Während die ersten Kalkgebilde entstehen, verdickt sich die Epidermis oberhalb der Skeletanlage. Die ersten Kalkstäbchen sind die Terminalplatten, denen die Basalplatten folgen. Die Skeletanlage verändert jetzt ihre Lage. Während sie bisher vertical stand, lagert sie sich in einen Winkel von etwa 25° zur Verticalebene. Zu gleicher Zeit lassen sich an der Epidermis fünf Gruppen von Hervorragungen erkennen, die erste Andeutung des Rückens des Seesternes.

Die Skeletanlage auf der rechten Seite des Magens wird durch diesen von der fünfstrahligen Hydrocölrosette, die auf der ventralen oder ambulacralen (actinalen) Seite des künftigen Seesternes liegt, getrennt. Die Larvenhaut faltet sich hier in fünf Falten oberhalb der fünf Strahlen des Hydrocöls und es entstehen Kalkspicula, die zu fünf radialen Platten auswachsen; weiter entstehen fünf Platten, deren Lage in der Nähe des Centrums der Scheibe eine interradiale ist. Später bildet sich eine centrale Kalkplatte. Die ventrale gesammte Anlage wächst nun in fünf Fortsätze aus, die die erste Anlage der fünf Arme des Seesternes darstellen und in welche je ein Fortsatz des fünfstrahligen Hydrocöls sich fortsetzt (X, 4).

Bevor die beiden Anlagen des Seesternes verwachsen, vollzieht sich die Rückbildung des vorderen Theiles der Larve mit den Anhängen. Sein allmähliches Schwinden war bereits durch Agassiz und Metschnikoff geschildert worden. Der Letztere*) hat später gezeigt, wie die Mesenchymzellen das gesammte Material resorbiren, um es später zum Aufbau des Körpers wieder abzugeben. Er schildert die Resorptionsvorgänge bei Asteridenlarven in folgender Weise: Indem ganze Larvenabschnitte während der Verwandlung rückgebildet werden, treten als

*) Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Arbeiten a. d. Zoolog. Institut der Universität Wien, Bd., 5, 1884.

Trümmer der zu Grunde gehenden Zellen verschieden grosse Eiweiss-kügelchen auf, die allmählich von den Fortsätzen der wandernden amöboiden Mesenchymzellen aufgefressen und in ihrem Protoplasma verdaut werden.

Betrachtet man nach der Resorption der Larvenanhänge und des vorderen Theils die Larve, so sieht man die beiden jetzt flachen Anlagen des Seesternes sich genähert, indem der Magen der Larve sich abplattet. Sie rücken allmählich näher zusammen, um schliesslich zu verwachsen. Das Hydrocöl umwächst jetzt den Schlund und seine Fortsätze werden zu den Ambulacralgefässen. Der Magen nimmt eine charakteristische fünflappige Gestalt an, indem er sich dabei abplattet. Metschnikoff gab an, dass der Larven-Oesophagus schwinde und dass sich ein neuer Schlund bilde, der mit der Mundöffnung in Verbindung trete, nachdem er den Wassergefässring durchbohrt hat, während Agassiz beschreibt, wie das Hydrocöl den Schlund umwächst und in den Seestern aufgenommen wird. Beide Angaben entsprechen den Thatsachen. Nach den Untersuchungen Bury's*) hat man zwei verschiedene Entwickelungstypen zu unterscheiden. Bei der *Bipinnaria asterigera* Sars von *Luidia Sarsi* Düb. et Kor.) entsteht der definitive Oesophagus des Seesternes neu, bei den Larven von *Asterias rubens* und *glacialis*, die den zweiten Typus bilden, wird der Larvenschlund in den Seestern mit herübergenommen, er persistirt. Eine gleiche Controverse besteht über die Obliteration des Afters. Nach Metschnikoff u. A. obliterirt der Larvenafter, nach Agassiz hingegen wird er zum After des Seesternes. Seitaro Goto**) beschreibt an *Asterias pallida*, dass der After wie die Mundöffnung eine Neubildung ist.

B. Die Larven ohne Bipinnariastadium (*Asterina* u. A.).

Der Uebergang der Larve in den Seestern vollzieht sich bei den Formen mit Brutpflege in einfacherer Weise. Uebereinstimmend legt sich aber auch bei ihnen der Seestern an zunächst in Gestalt zweier getrennter Anlagen, die erst später verschmelzen. Am besten ist der Entwickelungsgang für *Asterina gibbosa* durch Ludwig und Macbride***) bekannt geworden. Wir hatten die Larve dieser Art, die sich durch das mächtige Larvenorgan auszeichnet, bereits geschildert.

Das Hydrocöl hatten wir in dem Stadium verlassen, wo es bereits seine fünf Ausbuchtungen zeigt. Von aussen betrachtet, erkennt man diese Gebilde dadurch, dass sie die Körperwand der Larve auf der linken Seite hervorwölben (IX, 4). Ihre weitere Umbildung, jede Ausbuchtung wird zunächst drei-, dann fünflappig, lässt sich ebenfalls äusserlich

*) The Metamorphosis of Echinoderms, Quart. Journ. of Microscop. Sc. Ser. 2, Vol. 38. 1895, S. 45—135.

**) Seitaro Goto, Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, Pt. 3, 1898.

***) The Development of *Asterina gibbosa*, The Quart. Journ. of Microscop. Sc. N. Ser. No. 7 (Vol. 38, P. 3), 1896, S. 339—411.

erkennen. Diese Lappenbildung stellt die ambulacralen Armanlagen dar. Auf der antiambulacralen (dorsalen, apicalen) bilden sich durch Ansammlung von Mesenchymzellen Verdickungen, die ebenfalls äusserlich durch fünf Hervorragungen des Epidermis erkennbar sind. Dies sind die antiambulacralen Armanlagen (IX, 4), von denen drei auf der rechten, ventralen, die übrigen beiden aber links von der hinteren Mittellinie der Larve liegen. Alle fünf antiambulacralen Armanlagen haben eine bogenförmige Anordnung. Die Lage des antiambulacralen zum ambulacralen Bogen ist anfänglich schief zu einander; indem sie sich aber allmählich näher rücken, kommen die Ebenen beider Bogen fast parallel zu liegen. In diesem Stadium bilden sich die ersten Skeletstücke in Gestalt kleiner Kalkkörper. Ihre Entstehung soll weiter unten im Zusammenhang mit der Entwickelung des Skeletes besprochen werden.

Bereits am achten Tage hat sich die Larve mit der scheibenförmigen Erhebung, die sich im Centrum des Larvenorganes gebildet hat, festgesetzt. Die Befestigung geschieht in der Weise, dass die Ektodermzellen, die eine cylindrische Gestalt besitzen, als Drüsenzellen functioniren und eine schleimige Masse, die zur Anheftung dient, abgesondert haben (Macbride). Am neunten und zehnten Tage ist die Metamorphose vollendet. Zunächst beginnt das Larvenorgan sich zu verkürzen und rückzubilden, sodass später nur ein kurzer kolbenförmiger Fortsatz am zehnten oder elften Tage sich auf der Bauchseite des jungen Seesternes erkennen lässt (X, 2). In derselben Weise, wie das Larvenorgan resorbirt wird, ist es mit dem Munddarm der Larve der Fall: er bildet sich zu einem Rudiment zurück. In diesem Stadium besitzt die Larve weder Mund noch After. Die Mundöffnung entsteht als eine Ausbuchtung am oberen Theile des Magens, welche schliesslich nach Erreichung der Körperwand nach aussen durchbricht. Jetzt wird der neu entstandene Oesophagus vom bogenförmigen Hydrocöl umwachsen, das sich vom Enterocöl nunmehr vollständig abgeschnürt hatte. Der Darm lässt jetzt, nachdem er sich sackartig erweitert hat, fünf radiär gestellte Buchten erkennen, während er zugleich seine Lage verändert. Nachdem äusserlich die Füsschen- und Fühleranlagen erkennbar geworden sind, erfolgt die Verschmelzung der antiambulacralen (apicalen) mit der ambulacralen (oralen) Armanlage. Dies geschieht aber nicht in der Weise, dass die Verschlussstellen der beiden Bogen (s. oben) übereinander zu liegen kommen, sondern es schieben sich die Enden beider Bogen in entgegengesetztem Sinne übereinander und verschmelzen erst dann miteinander. Auf diese Weise ist die Bildung des Seesternes aus zwei getrennten Anlagen vollzogen.

5. Histologie der Larve.

Die äussere Körperwand der Larve wird von der Epidermis, dem Ektoderm, gebildet. An der Bipinnarialarve besteht das einschichtige

Epithel aus abgeplatteten Zellen, die Metschnikoff (347) als polygonale Zellen mit grossen wasserhellen Kernen und punktförmigen Kernkörperchen versehen schildert, die der Wimpern entbehren. Auf den Wimperschnüren hingegen sehen wir hohe cylindrische Zellen, deren jede mehrere Wimpern trägt, wie Field für *Asterias vulgaris* abbildet. Auf der Spitze des Frontalfeldes hat derselbe Forscher eine erhöhte Stelle gefunden, die durch lange cylindrische bewimperte Zellen gebildet wird. An der Basis dieser Zellen erwähnt er Gebilde, die Nervenfasern ähneln. Die ganze Stelle homologisirt er der Apicalplatte.

Das Epithel der Larve von *Asterina*, deren Histologie durch Macbride ausführlich geschildert worden ist, ist je nach der Körperstelle verschieden gebaut. Gemeinsam sind allen Zellen Wimpern. Die Gestalt der Zellen ist bald cubisch, gewöhnlich aber cylindrisch. Am Larvenorgan sind die Wimpern der langen Zellen sehr verkürzt. An der Basis der Zellen fand Macbride eine Schicht von Fibrillen, die wohl zu einem Larven-Nervensystem gehören. Ein den Mund umkreisendes Nervensystem wurde bisher vergeblich gesucht.

Eigenthümliche Becherzellen, die als helle Räume zwischen den Zellen hervortreten, sind im Ektoderm zerstreut.

Der Darm der Larven ist von seiner Bildung an mit Wimpern versehen. Seine Epithelschicht stellt das Entoderm der Gastrula dar. Es sind cylindrische Geisselzellen, die es bilden.

Die Leibeshöhle wird bereits im Stadium des Entero-Hydrocöls von einer Schicht cubischer, anfangs bewimperter Zellen begrenzt. Diese Zellen können an einzelnen Körperstellen an ihrer Basis Muskelfasern ausscheiden und sind somit Epithelialmuskelzellen (IX, 11), wie aus der Beschreibung Macbride's für *Asterina gibbosa* hervorgeht. Die Gestalt der polygonalen Peritonealzellen ist wechselnd, je nach dem Contractionszustand sind sie mehr abgeplattet oder cubisch geformt. Macbride beobachtete, wie aus diesem Peritonealepithel einzelne Zellen sich loslösten und zu den von ihm Amöbocyten genannten Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit werden. Die Wanderung solcher Zellen in die Darmwand hinein gleich Lymphzellen schildert derselbe Forscher.

Im Hydrocöl besteht das Epithel ebenfalls aus einer Schicht von Cylinderzellen, die lange Wimpern tragen.

Jedem, der Bipinnarien lebend untersuchte, werden die Körperbiegungen bekannt sein, die nach Metschnikoff (347), der sie zuerst beschrieb, die Folge von Contractionen besonderer Muskeln sind. Einfache oder verästelte feine Muskelzellen sind in zwei Hauptbündel angeordnet, die am Epithel des Frontalfeldes einerseits inseriren, andererseits am Epithel unterhalb der äquatorialen Mittellinie des Larvenkörpers sich anheften.

Field fand mesenchymatöse Muskelzellen auf der Rückenwand der Larve zwischen Magen und Körperwand angeheftet. Ihre Wirkung erstreckt sich in dorso-ventraler Richtung.

III. Weiterentwickelung der einzelnen Organe.

1. Die Epidermis und das Nervensystem.

Wie aus unserer Darstellung sich ergiebt, geht die Epidermis der Larve, das Ektoderm, direct über in die des jungen Seesternes. Das Wimperkleid derjenigen Formen, welchen das frei schwimmende Larvenstadium mangelt, bleibt demgemäss erhalten. Erst später treten Modificationen auf, indem die Wimpern an einzelnen Stellen, so nach Macbride*) auf der aboralen Fläche, zu fehlen scheinen. Derjenige Theil der Epidermis, welcher über dem Wassergefässsystem liegt, verdickt sich, indem seine Cylinderzellen länger werden. Zu gleicher Zeit sollen nach Ludwig's Darstellung Zellen, die in der Tiefe des Epithels lagern und wahrscheinlich durch Theilung aus den cylindrischen Epithelzellen entstanden sind, sich lang spindelförmig ausziehen und sich mit ihrer Längsachse parallel zur Oberfläche der Haut lagern. In diesen Spindelzellen glaubt Ludwig die ersten Anfänge des Nervensystems zu erkennen. An ihrer Stelle liegt später die feinfaserige Nervensubstanz. Diese Bildungen gehen zuerst in dem die spätere Mundöffnung umkreisenden epithelialen Ringwulst vor sich.

Macbride schildert die Entstehung an derselben *Asterina gibbosa* folgendermaassen: Am zehnten Tage, also am Ende der Metamorphose, sah er an derselben Stelle wie Ludwig die erste Anlage, indem die Epidermiszellen sich verschmächtigten und faserförmig wurden, wobei die Kerne in verschiedenen Höhen liegen. An ihrer Basis treten die ersten Fibrillen in Gestalt feinster Fäserchen auf.

Die gleiche Bildungsweise, nämlich Verdickung des Epithels durch Verlängerung und Verschmächtigung seiner Zellen vollzieht sich in der Epidermis, die über den Wassergefässen liegt. Die radiären Nerven setzen sich vom Schlundring fort bis in die Enden der Fühler, um vor diesen zu dem Augenpolster anzuschwellen, in dem später die Augenflecke sich bilden.

Macbride hat in der Epidermis des jungen Seesternes besondere Zellen entdeckt, die er als Sinneszellen bezeichnet. Er fand Zellen, die mit einem feinen Haar über die Oberfläche der Haut hervorragten. Die erste Anlage der Augenflecke hat zuerst derselbe Forscher beobachtet. Jeder Sehfleck legt sich in Gestalt einer Einstülpung des Epithels an, deren Achse von polygonalen Glaskörperzellen, wie gegen die Cuénot'schen Angaben besonders betont wird, angefüllt ist.

2. Das Mesenchym und seine Producte.

A. Die Cutis und die Entwickelung des Skeletes.

Wir haben oben gesehen, dass der Hohlraum zwischen Ektoderm und Entoderm von dem sogenannten Gallertkern, in den Zellen, die

*) Journ. of Microscop. Sc. Vol. 38, S. 383.

Mesenchymzellen, einwanderten, ausgefüllt wurde. Später tritt dieses Mesenchym auf als ein Gewebe, das zwischen die einzelnen Organe des Ekto- und Entoderms eingeschoben ist. Dieses Mesenchymgewebe wird am jungen Seestern zur Bindesubstanz oder Bindegewebe, welches in der Körperwand unterhalb der Epidermis als Cutis fortbesteht. In ihr werden die Skelettheile abgeschieden.

Während der Metamorphose sehen wir im Mesenchym die amöboiden Zellen vertreten. Alsbald aber bilden sich Fasern oder Fibrillen, die durch Auswachsen der Zellen an zweien oder mehreren Polen entstehen, wie ich mich an jungen Seesternen von 3 mm Durchmesser oft überzeugt habe. Sobald diese Bindesubstanzfasern ein netzförmiges Gefüge zeigen, beginnt die eigentliche Verkalkung der Haut. Weit früher aber hat sich, wie wir bereits sahen, die Entwickelung der ersten Skeletstücke vollzogen. Zwei Gruppen waren es, die wir unterschieden, nämlich die eine auf der Dorsalseite, die andere auf der ventralen Seite gelegen. Im Folgenden schliessen wir uns eng an die Darstellung Ludwig's (307) an, und fügen nur anhangsweise spätere Angaben bei. Bereits zu der Zeit, wo an der fünfbuchtigen Hydrocölanlage die blinden Enden drei Ausbuchtungen erkennen lassen, treten jederseits von der Basis einer jeden Hydrocölausbuchtung kleine Kalkkörperchen im Mesenchym auf, die die ersten Anlagen der fünf Paar Ambulacralsstücke der Seesternarme sind (X, 2). Sobald die Hydrocölbuchten fünflappig werden, entsteht zwischen dem proximalen und distalen Paare der Lappen, d. h. den Füsschenanlagen, das zweite Paar der ambulacralen Wirbelstücke, und so fort in derselben gesetzmässigen Weise.

Auf der dorsalen oder apicalen Anlage treten am siebenten Tage die ersten Skeletstücke des dorsalen Perisoms auf. Es sind elf Platten, die dicht unterhalb der Epidermis zu liegen kommen. Die eine von ihnen tritt am frühesten auf. Sie liegt rechts vom Rückenporus und wird zur Madreporenplatte, *T 5*. Später umwächst sie erst den Rückenporus mit ihrem linken Rande. Jetzt entstehen die zehn übrigen Skeletstücke, es sind die fünf Terminalia oder Radialia (einschliesslich der Madreporenplatte) in der Mitte einer jeden antiambulacralen Armanlage, und nach innen von ihnen treten die fünf Interradialia oder Basalia, nacheinander in zwei Reihen angeordnet, auf. Das elfte Kalkstück ist die Anlage der Centralplatte des Seesternrückens, das Centrale. Sowohl die Interradialia wie das Centrale entstehen über dem rechten Enterocöl auf der rechten Seite der Larve. Das gilt für *Asterina* ebenso wie für die Seesterne mit Bipinnarialarven. Die Terminalia hingegen entstehen bei der *Bipinnaria* frühzeitiger als die Hydrocölbuchten, wie Bury (77) gezeigt hat. Sie lagern über dem linken Enterocöl der Larve (X, 6).

Die bisher geschilderte Anlage des Skelets vollzieht sich während der Metamorphose. Am Ende derselben beginnt bereits die erste Entstehung der Stacheln, wie sie S. 541 f. geschildert worden ist.

Am jungen Seestern nehmen nunmehr die bereits entstandenen Platten

an Grösse zu. Weiter aber entstehen neue Platten, sodass man am sechzehnten Tage 15 neue Platten beobachten kann, von denen fünf radial, fünf Paar interradial gelagert sind. Auf der Bauchseite des jungen Seesternes hat sich in jedem Interradius je eine Platte angelegt, die unpaare Interambulacralplatte (Odontophor Viguier's, Oralia). Später entstehen seitlich von den Ambulacralplatten die Adambulacralplatten. Die weitere Entstehung vollzieht sich in der Weise, dass sowohl Ambulacralia wie Adambulacralia am adoralen Rande des Terminale sich bilden und zwar in der Reihenfolge der Füsschenpaare. Aus der Verschmelzung der fünf ersten und zweiten Paare der Ambulacralia geht später das Mundskelet hervor.

B. Die Spaltbildungen im Mesenchym.

Als echte Spaltbildungen in der Bindesubstanz des Seesternes fasse ich das zuerst von Greeff (187) entdeckte Hautkanalsystem auf, dessen Entstehung ich am jungen Seestern, *Asterias rubens*, Schritt für Schritt verfolgen konnte. Diese Hohlräume treten als Risse und Spalten in der tieferen Lage der Cutis der Haut auf, die sich allmählich vergrössern, miteinander verschmelzen und bei grösseren Thieren grössere Hohlräume darstellen. Bindegewebszellen nehmen in Gestalt eines Endothels an der Begrenzung dieser Lakunen theil.

Das sogenannte Blutlakunensystem (Blutgefässsystem Ludwig's).

Als unzweifelhafte Spaltbildungen sind die von Hamann (212) als Blutlakunen bezeichneten Stämme anzusehen. Den Ausdruck „Blutgefässe" sollte man schon aus dem einfachen Grunde vermeiden, da Muskelfasern fehlen, eine Contractilität also nicht möglich ist. Aus dem gleichen Grunde wies ich seiner Zeit die Bezeichnung „Herz" für das Axialorgan zurück, weil eine Muskulatur nicht nachweisbar war.

An der Larve von *Asterina* glaubte Ludwig die erste Anlage seines Blutgefässsystems in Gestalt einer Spalte in der Mesenchymschicht am unteren Rande der Darmausbuchtung gefunden zu haben. Hamann (212) bezweifelte, dass dieser Hohlraum die Anlage des Gefässsystems sein könne, da dieses ja die Septen in den Perihämalräumen voraussetze, in denen es in Gestalt verzweigter Lakunen sich finde. Durch Macbride's Untersuchungen hat sich nun herausgestellt, dass jener von Ludwig beschriebene Hohlraum keine Mesenchymspalte, sondern ein Theil des oralen Enterocöls ist, das den Schlund der jungen Larve umfasst. Die Lakunen entstehen erst, wenn in den oralen Perihämalräumen die Septen sich gebildet haben. Diese stehen anfangs mit dem Axialorgan in Verbindung. Die Darstellung Russo's lässt die perorale Blutlakune als Verlängerungen des Axialorganes entstehen. Von ihm aus bilden sich später durch Fortsätze die radialen Lakunen mit den Septen.

Sobald die Septen sich stärker entwickeln, treten in ihnen die Spalträume stärker auf. Ob nun diese Spalträume, die Lücken in der Binde-

substanz darstellen, als Blutlakunen aufzufassen sind, ist eine andere Frage. Im Vergleich zu den Bildungen, die wir bei den Seeigeln als Blutlakunen bezeichnen, sind sie in ihrem Bau und ihrer Ausdehnung als sehr rückgebildet oder noch als auf dem Anfangsstadium stehen geblieben anzusehen.

Die Perihämalräume sind Fortsetzungen der Leibeshöhle. Macbride giebt an, dass der innere vom Axialsinus gebildet wird. Den äusseren lässt hingegen Goto*) als Spalte in einer Ansammlung von Mesenchymzellen entstehen. Dieser japanische Forscher rechnet gegen die Anschauung Macbride's die Peribranchialräume, das Kanalsystem der Haut zu den mesenchymatösen Bildungen. Künftige Untersuchungen müssen hier die nöthige Aufklärung bringen.

3. Das Septal-(Axial)organ.

Aus den im Einzelnen abweichenden Darstellungen von Russo (454)**), Bury (77), Macbride (323)***) und Goto†) geht mit Sicherheit hervor, dass dieses Organ eine Bildung der Enterocölzellen ist. Russo lässt es bei *Asterina gibbosa* aus dem Zellbelag des Axialsinus hervorgehen, der dem Steinkanal am nächsten liegt. Es bildet sich ein solider Zellstrang, der in das Lumen des Axialsinus hervorragt.

Nach Macbride's Darstellung ist seine Entstehung complicirter. Schon frühzeitig in dem Stadium (Taf. X, Fig. 2) zeigt sich die erste Anlage des Axialorganes, indem sich eine Hervorwölbung des Epithels des Axialsinus mit dem darunterliegenden Mesenchym gebildet hat. Unmittelbar darauf sieht man einen Theil des Peritoneums, welches den Axialsinus vom linken hinteren Theil der Leibeshöhle der Larve trennt, eingestülpt. Diese Enterocölzellen-Einstülpung *germ* ist die erste Anlage sowohl der Genitalrhachis als auch des Kerns des Axialorganes. Von dieser Zelleinstülpung aus wächst ein Zellstrang in die erste Anlage, die oben als Hervorwölbung in den Axialsinus bezeichnet war, die sie endlich anfüllt (X, 9). Somit ist die Anlage des Axialorganes und der Geschlechtsorgane eine gemeinschaftliche.

4. Die Entstehung der Geschlechtsorgane.

Wie wir soeben sahen, ist die Anlage des Axialorganes und der Geschlechtsorgane eine gemeinschaftliche. Bei letzteren muss man aber nach Hamann (212) unterscheiden zwischen der Reifungsstätte der Geschlechtsproducte — den Geschlechtsschläuchen (Gonaden) — und den Genitalröhren oder der Genitalrhachis.

Wie Macbride gezeigt hat, setzt sich die Genitalrhachis in den

*) The Metamorphosis of *Asterias pallida*. Journ. of the Coll. of Sc. Imp. University, Tokyo, Vol. 10, Pt. 3.

**) und Atti Accad. d. scienco fis. e mat. di Napoli, Ser. 2, Vol. 6, No. 14, 1894.

***) und Quart. Journ. of Microscop. Sc. N. Ser. No. 151 (Vol. 38, Pt. 3), S. 365.

†) Journal of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, Pt. 3, 1898.

Aboralsinus fort, der in Zusammenhang mit dem Axialsinus steht, und zwar in Gestalt eines fünfeckigen ringförmigen Stranges, der in den Interradien der dorsalen Scheibenwand fünf Paar Aeste abgiebt, an deren Enden die Gonaden entstehen. Durch die Entwickelungsgeschichte ist somit die Entdeckung Hamann's (213), der zuerst bei allen Echinodermen, mit Ausnahme der Holothurien, das Vorhandensein einer Genitalrhachis nachwies, bestätigt worden.

An jungen *Asterias rubens* von 7 mm Grösse, also zur Zeit, wo noch keine Gonaden wahrnehmbar sind, fand Hamann in der Rückenwand der Scheibe in einem wenig entwickelten Bindegewebsseptum gelegen in Gestalt eines Ringstranges und davon abgehenden zehn Schläuchen die Genitalröhrenanlage oder Genitalrhachis auf, die mit dem Axialorgan in Zusammenhang stand. Sowohl der Ringstrang als auch die von ihm abgehenden zehn Genitalröhren verlaufen in einem in den aboralen Sinus — eine Fortsetzung des Axialsinus — hineinragenden bindegewebigen Aufhängeband oder Septum (VII, 2). Die zehn Genitalröhren endeten blind mit einer Anschwellung, die erfüllt war von denselben Zellen wie der Ringstrang mit seinen Röhren. Die Zellen, die Urkeimzellen, zeichnen sich durch ihren grossen kugligen Kern aus, der den grössten Theil der Zelle einnimmt. Der Hohlraum in der Anschwellung vergrössert sich allmählich, indem die Zellen eine epitheliale Lagerung einnehmen. Die Anschwellung selbst wächst zu einem Schlauche aus, der die Bindesubstanzschicht mit dem Cölomepithel in die Leibeshöhle hervorstülpt. So entsteht die junge Gonade. In ihnen reifen die Urkeimzellen zu den Eiern oder den Samenzellen (X, 7).

Cuénot (92) hatte im gleichen Jahre (1887) den Zusammenhang des Axialorganes mit den Genitalröhren oder Genitalrhachis beobachtet. Er hält aber die Zellen, die er in den Hohlräumen des Axialorganes fand, für identisch mit seinen Amöbocyten, wie sie in der Leibeshöhle und im oralen Blutlakunenring flottiren. Nach Cuénot ist das Ei, wie es in der Gonade entsteht, homolog einer Blutzelle. Es lässt sich aber leicht feststellen, dass die Inhaltszellen der Genitalrhachis mit ihren Verzweigungen eine von den Cölomzellen abweichende Gestalt haben und mit den Inhaltszellen, die in den Hohlräumen des Axialorganes angetroffen werden, übereinstimmen (VII, 2 und X, 7). Sie zeichnen sich durch ihren grossen kugligen Kern, wie überhaupt durch ihre Gestalt aus, sodass ich sie mit Recht als Urkeimzellen zu bezeichnen glaubte, da Eier wie Sperma aus ihnen sich bilden. Bei jungen Exemplaren von *Asterias rubens*, deren Axialorgan nur wenige Kanäle in seinem Inneren zeigte, bestand die Auskleidung aus denselben grosskernigen Zellen, wie ich durch einen Holzschnitt [S. 54 Die Asteriden, 1885 (212)] erläutert habe.

Nach Macbride's Beobachtungen entsteht die Genitalrhachis aus derselben Zelleneinstülpung, welche dem Axialorgan den Ursprung gab, und (X, 9) zwar aus einem seitlichen Auswuchs der ursprünglichen Zellwucherung des eingestülpten Cölomepithels, von dem aus, wie oben

geschildert wurde, die Anlage des Axialorganes ebenfalls als eine directe Zellwucherung ihren Ausgang nahm. Der Aboralsinus, welcher die sich bildende Rhachis einschliesst, wird zur selben Zeit gebildet, er ist ein Abschnitt des Cöloms.

Nach Macbride's Untersuchungen sind die jungen Anlagen der Geschlechtsorgane (Gonaden) bei *Asterina* zunächst solide von Urkeimzellen angefüllte Wucherungen der Genitalrhachis. Mit dem weiteren Wachsthum bildet sich in ihnen ein centraler Hohlraum. Sowohl der fünfeckige ringförmige Strang wie die paarigen Aeste der Genitalrhachis als auch die wachsenden Gonaden lagern in Hohlräumen, die Enterocölbildungen sind. Sie entstehen als Ausstülpungen des Axialsinus, indem die Rhachis gleichsam bei ihrer Entwickelung eine Ausstülpung des letzteren vor sich hertreibt.

5. Das Wassergefässsystem.

Während sich an den Bipinnarialarven das Hydrocöl in Gestalt einer Blase vom linken Entero-Hydrocöl abtrennte, die am Hinterende durch den Rückenporus nach aussen mündet, sahen wir, dass bei *Asterina* das Hydrocöl mit dem vorderen Enterocölabschnitt zunächst in Verbindung bleibt und sich erst später abschnürt. Demgemäss war die Weiterentwickelung eine verschiedene.

Am sechsten oder siebenten Tage zeigte das Hydrocöl bei *Asterina* die Anlage der fünf Radiärgefässe in Gestalt von fünf Ausbuchtungen. Zu dieser Zeit legt sich der Steinkanal an. Ludwig (307) hat zuerst betont, dass Steinkanal und Porenkanal verschiedene Bildungen seien. Bury (77), Macbride*) und später Goto**) haben diese Angaben Ludwig's bestätigt sowohl für *Asterina* als auch für andere Seesternarten. Von welcher Wichtigkeit für die allgemeinen Anschauungen von der Stellung der Seesterne im Kreise der Stachelhäuter diese Thatsache ist, werden wir später sehen.

Der Steinkanal entsteht nach Ludwig's Darstellung an der dem Körperinnern der Larve zugekehrten Wand des Hydrocöls in Gestalt einer Rinne, die sich bald zu einem Kanal schliesst. Dieser Kanal mündet einerseits zwischen der vierten und fünften Ausbuchtung in das Hydrocöl, andererseits in das Enterocöl, und zwar dicht neben der Einmündungsstelle des Rückenporus. Es ist also keine geschlossene Verbindung von Rückenporus und Steinkanal vorhanden. Diese soll später nach Ludwig eintreten, sodass beim erwachsenen Thiere der erstere seinen Zusammenhang mit dem Enterocöl, der Leibeshöhle, aufgegeben hätte. Wie es hiermit steht, davon Näheres weiter unten.

Goto schildert für *Asterias pallida* die erste Anlage des Steinkanals in derselben Weise, ebenso Macbride für *Asterina*, der den Steinkanal

*) Quart. Journ. of Microsc. Sc. Vol. 38, 1895.

**) Zool. Anz., Bd. 19, 1896, und Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, Pt. 3, 1898.

in Gestalt einer Vertiefung, die sich später zu einem Kanal schliesst, an der vorderen Fläche des transversalen Septums, das die hintere Wand des linken vorderen Cölomabschnittes der Larve bildet, entstehen lässt (IX, 8).

Nach dem siebenten Tage vollziehen sich an der fünfstrahligen Hydrocölanlage folgende Veränderungen. Die fünf Strahlen oder Lappen werden an ihren blind geschlossenen Enden erst dreilappig, hierauf fünflappig, dabei sind die fünf Buchten derartig angeordnet, dass die paarigen zu den Seiten der unpaaren liegen (X, 1—3); der unpaare Lappen ist die Anlage des Fühlers, die paarigen sind die Anlagen der ersten beiden Füsschenpaare. Alle später auftretenden Füsschenanlagen legen sich an zwischen der distalen der beiden ersten Paare von Füsschenanlagen und der terminalen Ausbuchtung, sodass diese nicht nur als Fühleranlage, sondern auch als Anlage des radiären Wasserzuflusses und aller Füsschenpaare desselben vom zweiten Füsschenpaare an bis zur Armspitze zu gelten hat (Ludwig). Die Bildung der Hydrocölbuchten ist bei allen Asteriden die gleiche, wie aus den älteren Beobachtungen von Agassiz (5) und Metschnikoff (347) hervorgeht.

Wie die Figuren 1 und 2, X, zeigen, wölben die Hydrocölbuchten die Körperwand der Larve hervor, sodass sie äusserlich erkennbar sind.

Die vollständige Abschnürung des Hydrocöls erfolgt am zehnten Tage, indem eine Scheidewand an seiner Uebergangsstelle in das Enterocöl des Larvenorganes entsteht. Das Hydrocöl umwächst den Schlund des jungen Seesternes und es schliesst sich die Wassergefässanlage zu einem den Seesternschlund rings umgebenden Ring (X, 3). Die Beobachtungen Metschnikoff's an der *Bipinnaria* liessen eine andere Bildungsweise vermuthen. Das Hydrocöl hat zunächst die Form einer geschlossenen Rosette, die in der Mitte durch den Schlund durchbrochen wird. Es umwächst also die Hydrocölanlage nicht den Schlund und bildet sich auf diese Weise der Wassergefässring, sondern erst durch die Durchbrechung des Schlundes entsteht ihre definitive ringförmige Gestalt. Diese von Ludwig (207) bezweifelten Angaben hielt Metschnikoff (350) jedoch aufrecht. Bury bestätigte die Darstellung durch seine Beobachtungen an der *Bipinnaria asterigera*, nicht aber für *Asterias rubens* und *glacialis*. Agassiz lässt den Wassergefässring den primitiven Schlund umwachsen, und Goto behauptet, dass bei *A. pallida* der Wassergefässring bereits vor dem Durchbruch des Mundes zu erkennen ist, stimmt also für diese Art mit Agassiz überein. Aus diesen verschiedenen Beobachtungen geht hervor, dass die Bildung bei den einzelnen Arten jedenfalls verschieden ist. — Nach Ludwig sollen sich alsbald die inneren Mündungen des Steinkanales und des Rückenporus vereinigen, sodass das Wassergefässsystem völlig vom Cölom abgeschlossen wäre. Dieser Schilderung wird von den späteren Forschern widersprochen. Goto*) beobachtete,

*) Zool. Anz., Bd. 19, 1896, S. 271, und Journ. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, Pt. 3, 1898, S. 239, und ebenda Vol. 12. Pt. 3, 1898, S. 227.

dass die Oeffnung des Porenkanals und des Steinkanals in den Axialsinus, also in einen Theil der Leibeshöhle, durch das ganze Leben bestehen bleibt. Er beschreibt eine Oeffnung auf der rechten Seite der Sagittalebene und fand sie bei *Asterina gibbosa, Asterias pallida* und *tenera, Solaster endeca* und *Cribrella sanguinolenta.* Diese Beobachtungen bestätigten die früheren Angaben von Cuénot (91), Durham (121), Bury (77) und Macbride*).

Ich untersuchte die Madreporenplatte und den Steinkanal von *Asterias rubens* an jungen wie alten Thieren und muss mich den Beobachtungen derjenigen Forscher jetzt anschliessen, die nicht alle Porenkanälchen der Madreporenplatte in den Steinkanal und seine Ampulle münden lassen. Die Figuren von Goto, die er Taf. 24 von *Cribrella sanguinolenta* und *Astropecten* giebt, stimmen vollständig überein mit denen von *A. rubens.* Auch beim erwachsenen Seestern communicirt ein Theil der peripheren Porenkanäle mit dem als Axialsinus benannten Abschnitt der Leibeshöhle, und ist somit das gleiche Verhalten wie bei den *Crinoiden* zu beobachten.

Die Füsschen des jungen Seesternes sind anfänglich ohne Saugscheibe wie der Fühler gebildet. Bei *Asterina* entwickelt sie sich in der fünften Woche; weiter entsteht das Kalkskelet und die Muskelfibrillen in der Wandung. Schon 13 Tage alte Larven lassen die erste Andeutung der Taschenventile erkennen. Die Füsschenampullen mit einer Lage dünner Muskelfasern in der Wand fand Ludwig an fünf Wochen alten Thieren ausgebildet. Um diese Zeit sind auch am Ringkanal des Wassergefässsystems die Anlagen der Tiedemann'schen Körper in Gestalt kleiner Aussackungen vorhanden, die mit einem kurzen Kanal in den Ringkanal münden. Indem sich die Oberfläche mehr und mehr faltet, entsteht die spätere Gestalt des lappigen Organs.

6. Der Darmkanal.

Die erste Entwickelung des Darmkanals und sein Verhältniss zum Urdarm ist bereits oben dargestellt. Wir hatten gesehen, dass bei *Asterina* sich der Urmund, Blastoporus, schloss, und dass der Munddarm der Larve durch eine neue ektodermale Einstülpung gebildet wurde (IX, 6). Dieser Larvenmunddarm bildet sich am achten und neunten Tage zurück, indem seine Verbindung mit dem Magendarm unterbrochen wird und er eine blindgeschlossene Grube darstellt, in die die Mundöffnung noch hineinführt. Der definitive Munddarm wird durch eine Ausbuchtung am oberen Theile des aus dem Gastruladarm entstandenen Hauptabschnittes des Darmes gebildet. Diese Ausstülpung wird alsbald dreilappig. Die drei Buchten haben zu den fünf radiären Wassergefässen eine bestimmt aus Fig. 3, X, erkennbare Lagerung. Endlich bricht die Ausstülpung nach aussen durch. Der After bildet sich erst später, am fünfzehnten

*) Quart. Journ. of Microsc. Sc. Vol. 38. 1896.

oder sechzehnten Tage in dem Interradius der Larvengegend am Rande der Centralplatte. An der Stelle, wo die Darmwand sich an den After ansetzt, entsteht ein interradiärer Blindsack. Am Munttheil des Darmes, dem Magendarm, entwickeln sich fünf Buchten, die sich an ihren Enden gabeln und die fünf Paare von radiären Blindsäcken bilden, die in die Arme hineinwachsen.

Agassiz*) hatte früher bei Bipinnarien beobachtet, dass der Mund des Seesternes dadurch entstände, dass der lange Oesophagus zusammenschrumpfe, bis die Mundöffnung der Larve auf das Niveau der Oesophagusöffnung gelangt sei, die dann zum Munde würde. Ebenso liess er den Larvenafter persistiren. Diesen Angaben wird von Goto widersprochen. Er beobachtete vielmehr, dass der Larvenmund und der After atrophiren.

Bury unterschied, wie bereits hervorgehoben wurde, zwei Typen. Bei dem ersten, *Bipinnaria asterigera*, persistirt der Larvenschlund nicht; es bildet sich der Schlund des Seesternes von neuem. Beim zweiten Typus, *Asterias rubens* und *A. glacialis*, soll der Larvenschlund bestehen bleiben. Bewahrheiten sich diese Angaben, so ist der Schlund der Seesterne bei einer Gruppe ektodermalen, bei einer zweiten aber entodermalen Ursprunges, was doch etwas unwahrscheinlich erscheint.

7. Die Muskulatur.

Bereits in den frühen Jugendstadien der Larve beobachteten wir, wie bereits kurz erwähnt wurde, die ersten Muskelzellen. Sie sind unstreitig mesenchymatösen Ursprungs, worauf ihre Lage und ihr Bau deuten. An der jungen *Bipinnaria* treten die ersten Muskelzellen nach Metschnikoff als zwei Bündel auf, die an der Epidermis des vorderen Larvenendes inseriren und bis über die äquatoriale Mittellinie des Körpers hinabsteigen. Ebenso erwähnt Field (135) bei der *Bipinnaria* von *Asterias vulgaris* mesenchymatöse Muskelfasern, von denen ein Theil Ursache der Längscontractionen des Schlundes ist. Weiter beschreibt er besondere Längsmuskelbündel, ähnlich wie Metschnikoff. Fig. 1, Taf. IX, zeigt den Verlauf dieser Muskelfasern nach einer Figur von Mortensen.

Die Muskelfasern der Pedicellarien sind jedenfalls auch als mesenchymatösen Ursprunges anzusehen, also aus Zellen der Bindesubstanz gebildet, da bei der Entstehung dieser Hautanhänge die Bindesubstanz und Epithel theilnehmen. Nach Hamann (211) gehören auch die Quermuskeln zwischen den Ambulacralwirbeln der ventralen Körperwand hierher. Diese Muskelfasern sind an ihrem Ende in einzelne Fasern getheilt, mit welchen die Anheftung an den Rücken des Kalkskelets der Haut ermöglicht wird.

Epitheliale Muskelfasern, das heisst solche, die noch mit ihren

*) Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 10, P. 3, 1898.

Bildungszellen zusammenhängen, fand Hamann bei jüngeren Thieren in der Wandung des schlauchförmigen Kanales. Zu jeder Zelle gehört eine einzige glatte Muskelfaser. Bei erwachsenen Thieren trifft man diese Muskelfasern in der Bindesubstanz gelagert; der Kern mit einem Rest der Bildungszelle liegt etwa in der Mitte jeder Faser. Epitheliale Muskelfasern beschrieb zuerst Weismann*) in der Wand eines Ambulacralbläschens.

Die Muskulatur des Wassergefässsystems wie der Leibeshöhle (Körperwand) stammt ebenso wie die des schlauchförmigen Kanales vom Cölomepithel ab. Macbride beobachtete bei *Asterina*, dass die Zellen, welche das Wassergefässsystem auskleiden, an ihrer Basis lange Muskelfasern gebildet haben. Die Bildungszellen bleiben aber noch eine längere Zeit, während der Seestern schon ein selbständiges Leben führt, im Epithel liegen, sodass auch hier als erstes Stadium echte Muskel-Epithelzellen constatirt sind. Erst später rücken die Muskelzellen aus dem Epithel heraus und lagern sich basalwärts von ihm.

In den Perihämalräumen entstehen die Muskeln auf der Aboralseite ebenfalls aus der Zellauskleidung als Muskelepithelzellen.

V. Ungeschlechtliche Vermehrung (Schizogonie) und Regeneration.

Dass den Seesternen das Vermögen, verloren gegangene Theile wieder zu ersetzen, zukommt, war schon den älteren Forschern bekannt. Eine Zusammenstellung der einschlägigen Litteratur von v. Martens (343) zeigt, dass diese Thatsache bereits Anfang des 18. Jahrhunderts beschrieben worden war. Durch die neueren Beobachtungen von Sarasin (462), Cuénot (93), Perrier (410), Hirota**), Ludwig***), Kowalevsky (266), Greeff (183), Lütken†) u. A. sind viele neue Fälle beobachtet und näher bekannt geworden. Besonders ist aber in neuerer Zeit die ungeschlechtliche Vermehrung durch Zerfall des Körpers in zwei Hälften, indem die Theilungsebene mitten durch die Scheibe geht, und durch Abtrennung einzelner Arme beobachtet worden. Diese Art der Theilung wird als Schizogonie bezeichnet.

Als typisches Beispiel der Schizogonie sei die im Mittelmeer heimische Art *Asterias tenuispina* gewählt. Kowalevsky beobachtete zuerst, wie sich Exemplare dieser Art in zwei halbe Individuen theilten, sechsarmige in der Regel in dreiarmige, siebenarmige in ein drei- und ein vierarmiges, ja das letztere zerfiel in zwei zweiarmige Individuen. Ludwig sah ein achtarmiges Thier in zwei vierarmige sich theilen, indem vier Arme sich in entgegengesetzter Richtung wie die vier anderen

*) Zeitschr. f. rationelle Medicin, Reihe 3, Bd. 15, 1862, S. 60.

**) Anatomical Notes on the „Comet“ of Linckia multiformis Lamarck, Z. Mag. Tokyo, Vol. 7, 1895.

***) Seesterne in Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Monogr. 24, 1897.

†) Oversigt over det k. Danske Videnskab. Selskabs Forhandl. 1872.

fortbewegten und so auf die Scheibe einen Zug ausübten, der dieselbe in der Mitte auseinander zerrte; eine Zeitlang hingen beide Scheibenhälften noch durch eine strangförmige Brücke zusammen, bis auch diese zerriss. Dieser als Schizogonie bezeichnete Vorgang ist bisher bei verschiedenen Arten der Gattung *Asterias* bekannt geworden; ausser bei der genannten Art noch bei *A. acutispina*, *atlantica*, *calamaria*, *microdiscus*, weiter bei *Cribrella sexradiata*, *Stichaster albulus* und *Asterina Wega*.

Ungeschlechtliche Vermehrung durch Abtrennung einzelner Arme, von denen jeder zu einem Thier heranwächst, ist bei vielen Arten gefunden worden. *Linckia multiformis* ist diejenige Art, bei der die Abtrennung der Arme von der Scheibe willkürlich geschieht und nach Hirota als eine regelmässige Form der Fortpflanzung anzusehen ist. Diese die Scheibe und die übrigen Arme regenerirenden Arme sind von Forbes (145) als Kometenformen bezeichnet worden. Sars vermuthet, dass auch bei der Gattung *Brisinga*, und Studer bei *Labidiaster radiosus*, dieselbe Art der Vermehrung stattfinde. Greeff behauptet das Gleiche für *A. tenuispina*. Graeffe (171) glaubt auch bei *Asterina glacialis* sich überzeugt zu haben, dass abgelöste Arme sich zu ganzen Thieren entwickeln könnten, was Ludwig bezweifelt. Sicher ist aber, dass auch bei dieser Art sich einzelne Arme sehr leicht ablösen und dass an der Stelle des abgelösten Armes sich ein neuer bildet. Damit kommen wir zu dem Regenerationsvermögen, das nicht mit einer Vermehrung verbunden ist. Durch Feinde u. s. w. büssen die Seesterne leicht kleinere oder grössere Theile ihrer Arme ein, ohne daran zu Grunde zu gehen. Sie ersetzen den verlorenen Theil, indem er von neuem hervorsprosst und zunächst durch seine Kleinheit sich erkennen lässt. Hierher gehören die Individuen mit langen und kurzen Strahlen. (Ueber Kometenforme vergl. Haeckel [205].)

Merkwürdig ist das Verhalten der *Brisinga coronata* (Sars 464 u. A.), die in der Gefangenschaft sich sofort ihrer sämmtlichen Arme entledigt, indem diese in der Regel hart an der Scheibe zwischen dem zweiten und dritten Wirbel abbrechen. Im freien Leben können sich, worauf Ludwig*) besonders aufmerksam macht, die Arme keineswegs nur an ihrer Basis, sondern auch im Verlaufe ihrer Länge an beliebiger Stelle ablösen, um dann regenerirt zu werden.

Bei der Regeneration können die verschiedensten Missbildungen entstehen. So kann an der Mundfläche eines Armes, dem die Spitze abgebrochen war, anstatt eine neue Spitze deren zwei (Sars 464), oder gar, wie die Gebr. Sarasin (462) beschreiben und abbilden, ein neuer completer kleiner Seestern mit allen seinen Organen sich bilden. Weitere interessante Fälle finden sich bei den genannten beiden Autoren angegeben.

*) Seesterne in Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel, 1898.

D. Systematik.

Das erste Werk, welches eine systematische Darstellung der Seesterne giebt, ist die Monographie von J. H. Linck, erschienen im Jahre 1733. Es ist dieses Werk nicht nur für seine Zeit ein Muster von Darstellung, sondern verdient auch jetzt noch berücksichtigt zu werden. Die Abbildungen von Seesternen, die auf 42 Kupfertafeln musterhaft wiedergegeben werden, sind noch heute theilweise unübertroffen. Natürlich muss man dabei bedenken, dass Linck nur getrocknetes Material vorlag. Linck theilte die Asteriden in zwei Sectionen. Zur ersten Section gehörten die *stellae fissae*, die aufgeritzten Meersterne, das sind die heute als Asteroiden bezeichneten Formen. Zur zweiten Section rechnete er die *stellae integrae*, die rund-strahligen Meersterne, die er wiederum in zwei Gruppen eintheilte, in die *stellae vermiformes*, wurmartige Meersterne, unsere jetzigen *Ophiuroidea*, und in die *stellae crinitae*, die haarigen Meersterne, unsere jetzigen *Crinoidea*. Als Adnexa fügte er seinem Werk hinzu die Praelectio Edwardi Luidii de Stellis marinis oceani Britannici aus dem Jahre 1703, weiter Reaumurs Observatio de Stellis marinis vom Jahre 1710 und eine anatomische Abhandlung über das Skelett der Seesterne von David Kade, Anatome Stellae Holsaticae.

Das System Linck's im Einzelnen hier zu schildern, würde zu weit führen. Es sei nur hervorgehoben, dass er die Seesterne nach der Zahl der Arme in Klassen eintheilte; sein System war durchaus künstlich.

Bei Linné finden wir keinen Fortschritt in der Systematik, denn er brachte unter den Gattungsbegriff Asterias zwischen *Medusa* und *Echinus* bis zum Jahre 1766 (12. Aufl. seines Natur-Systems) die Seesterne, Schlangensterne und Comatuliden zusammen unter, die er in drei Sectionen, *Integra*, *Stellatae* und *Radiatae* eintheilte. Die *Stellatae* repräsentiren unsere *Asteroidea* und umfassen neun Arten.

Lamarck (275) bildete 1816 für die vier Gattungen *Asterias*, *Ophiura*, *Comatula*, *Euryale* die Familie der frei beweglichen *Stelleridae*. Die Gattung *Asterias*, gleichbedeutend mit unseren *Asteroidea*, theilte er in zwei Sectionen: *Asteries scutellées* und *Asteries rayonnées* nach dem Verhältniss der Länge der Arme zu der Scheibe.

Die Versuche Blainville's, eine neue Eintheilung der Seesterne zu geben, sind ohne Bedeutung geblieben. Erst Nardo (381) that einen Schritt weiter, indem er die Gattung *Asterias* von Linné in fünf Gattungen auflöste. Aber erst durch L. Agassiz (10) wurde im Jahre 1835 der Grund zu einer Eintheilung gelegt, auf dem die späteren Forscher weiter bauen konnten. Das Bestreben ging dahin, an Stelle einer rein künstlichen Eintheilung die bekannt gewordenen Arten in natürliche Familien zu gruppiren.

Im Jahre 1840 veröffentlichten Müller und Troschel (369, 374) den ersten Versuch einer Eintheilung der Seesterne, dem sie zwei Jahre später ihr System der Asteriden folgen liessen. Ihre Eintheilung fusste auf dem Vorhandensein oder Fehlen des Afters und auf der Anordnung der Ambulacralfüsschen in zwei oder vier Reihen. Sie stellten drei Familien auf, die unbenannt blieben. In die erste Familie, die durch: „Vier Tentakelreihen der Bauchfurchen; ein After" gekennzeichnet war, gehörte nur die Gattung *Asteracanthion* Müll. u. Trosch., in die zweite, die: „Zwei Tentakelreihen der Bauchfurchen; ein After" auszeichnete, die Gattungen *Echinaster* Müll. u. Trosch., *Solaster* Forbes, *Chaetaster* Müll. u. Trosch., *Ophidiaster* Agass., *Scytaster* Müll. u. Trosch., *Culcita* Agass., *Asteriscus* Müll. u. Trosch., *Pteraster* Müll. u. Trosch., *Oreaster* Müll. u. Trosch., *Astrogonium* Müll. u. Trosch., *Goniodiscus* Müll. u. Trosch., *Stellaster* Gray, *Asteropsis* Müll. u. Trosch. und *Archaster* Müll. u. Trosch. Die dritte Familie umfasste Seesterne mit: „Zwei Tentakelreihen der Bauchfurchen; kein After". Hierher gehörten die Gattungen *Astropecten* Linck, *Ctenodiscus* Müll. u. Trosch. und *Luidia* Forbes.

Etwas später, aber noch im selben Jahre 1840 veröffentlichte Gray (174) eine vorläufige Darstellung eines Systems der Seesterne. Auch er gründete die Eintheilung auf die Zahl der Reihen der Ambulacralfüsschen und errichtete zwei Gruppen. In die erste stellte er die Seesterne mit vier, in die zweite die mit zwei Reihen. Zur ersten Gruppe zählte nur eine Familie, die *Asteriadae*, zur zweiten zählten die *Astropectinidae*, *Pentacerotidae* und *Asterinidae*. Er beschrieb im ganzen 45 Gattungen und 9 Subgattungen. Im Jahre 1866 erschien sein grösseres Werk (178) das eine Zusammenfassung seiner früheren systematischen Arbeiten brachte und 8 neue Gattungen uns kennen lehrte.

Unter der grossen Zahl der folgenden Systematiker war keiner, der den Versuch gemacht hätte, ein neues System aufzustellen. Man begnügte sich vielmehr die neu entdeckten Formen in das Müller-Troschel'sche oder das Gray'sche System einzuordnen. Erst im Jahre 1875 unternahm es Perrier (399), ein neues System zu errichten. Das ausschliessliche Studium der Pedicellarien (398), über welche er eine ausführliche Darstellung gegeben hat, bewog ihn, auf Grund derselben die Seesterne in neue Gruppen zu bringen. In seinen späteren Veröffentlichungen (410 und besonders Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman, 1894) blieb er diesem System treu, indem er nur einige geringe Aenderungen hinzufügte. Ihm folgte Viguier (559), der eine genaue vergleichende Untersuchung der Skeletttheile, insonderheit derjenigen der Mundumgebung anstellte. Viguier kam zu dem Resultat, dass die Bildungen der Skeletttheile für die Systematik von grösstem Werthe seien, ja dass man durch genaueste Berücksichtigung ihres Baues ein natürliches, die Verwandtschaften klar stellendes System erhalten könnte. Seine Anschauungen die sich auf das Mundskelett bezogen, bekämpfte Ludwig (303), dem Viguier (560) antwortete.

Das System von Viguier theilte die Seesterne in zwei grosse Subklassen, die *Astéries ambulacraires* und die *Astéries adambulacraires.*

1. Die *Astéries ambulacraires* charakterisirt er folgendermaassen: Bouche du type ambulacraire. Pédicellaires pédonculés droits ou croisés. Ambulacres le plus ordinairement quadrisériés. (Fam. *Asteriadae, Heliasteriadae, Brisingidae.*)

2. *Astéries adambulacraires.* Bouche du type adambulacraire. Pédicellaires sessiles, en pince ou valvulaires. Ambulacres presque toujours bisériés. (Fam. *Echinasteridae, Linckiadae, Goniasteridae, Asterinidae, Pterasteridae, Astropectinidae, Archasteridae*).

Das System Perriers (110) enthält in seiner letzten Darstellung vier Ordnungen der *Stelleridae:*

1. Ordnung: *Forcipulatae.*
   Gestielte, gerade oder gekreuzte (Pedicell. pédonculés, droits ou croisés) Pedicellarien.
   Fam.: *Brisingidae, Pedicellasteridae, Asteriadae, Heliasteridae.*
2. Ordnung: *Spinulosae.*
   Sitzende, zangenförmige Pedicellarien (Pédicell. en pince, resultant d'une modification des piquants).
   Fam.: *Echinasteridae, Pterasteridae, Asterinidae.*
3. Ordnung: *Valvatae.*
   Sitzende, klappenförmige oder salzfassförmige Pedicellarien (Pedicell. valvulaires ou en salière).
   Fam.: *Linckiadae, Goniasteridae, Asteropsidae.*
4. Ordnung: *Paxillosae.*
   Pedicellarien gebildet aus einer Verknöcherung und den sie bedeckenden Stacheln (Pédicell. formés par un ossicle squelletique et les piquants qui le recouvrent).
   Fam.: *Archasteridae, Astropectinidae.*

Im Jahre 1889 erschien das grosse systematische Werk von Sladen, Report on the Asteroidea collected by H. M. S. Challenger. Im Gegensatz zu Perrier legte Sladen seiner Eintheilung die Anordnung der Kiemenbläschen (papulae) und das Fehlen oder Vorhandensein der Randplatten zu Grunde.

Die Kiemenbläschen kommen bei der einen Gruppe nur auf der apicalen Fläche, der Oberseite des Körpers vor, und zwar auf der von den Supramarginalplatten begrenzten Fläche. In der zweiten Gruppe sind sie hingegen über den ganzen Körper zerstreut.

Die erste, *Phanerozonia* benannte Ordnung zeichnet sich weiter durch ihre stark entwickelten Randplatten aus, die in der zweiten Gruppe, den *Cryptozonia*, kaum wahrnehmbar und mehr oder weniger rudimentär beim erwachsenen Thier sind.

Das System Sladens ist folgendes:

Klasse *Ateroidea.*

Subklasse *Euasteroidea.* Sladen 1886.

Seesterne mit paarigen, d. h. gegenständigen Ambulacralplatten, sogenannten Wirbeln.

1. Ordnung: ***Phanerozonia.*** Sladen 1886.

Euasteroiden mit grossen und stark entwickelten Marginalplatten. Die Supramarginal- und die Inframarginalplatten berühren sich. Papulae (Kiemenbläschen) sind auf die abactinale Fläche beschränkt, welche von den Supramarginalplatten umgeben wird. Ambulacralplatten gut entwickelt und breit, die Entwickelung des Ambulacralskeletts bleibt zurück, oder fällt zusammen mit dem Wachsthum des Skelettes überhaupt. Im Peristom (Mundskelett) sind die Adambulacralplatten prominent. Pedicellarien sitzend.

Familie 1. ***Archasteridae*** (Vignier 1878) emend. Sladen 1886.

Subfam. 1. *Pararchasterinae* Sladen 1886. Gatt. *Pararchaster* Sladen, *Pontaster* Sladen.

Subfam. 2. *Plutonasterinae* Sladen 1886. Gatt. *Dytaster* Sladen, *Plutonasten* Sladen, *Lonchotaster* Sladen.

Subfam. 3. *Pseudarchasterinae* Sladen 1886. Gatt. *Pseudarchaster* Sladen, *Aphroditaster* Sladen.

Subfam. 4. *Archasterinae* Sladen 1886. Gatt. *Archaster* (Müll. u. Trosch.) emend. Sladen.

Familie 2. ***Porcellanasteridae*** Sladen (1883) emend. 1886.

Subfam. 1. *Porcellanasterinae* Sladen 1883. Gatt. *Porcellanaster* Wyv. Thoms., *Styracaster* Sladen, *Hyphalaster* Sladen, *Thoracaster* Sladen, *Pseudaster* Perrier.

Subfam. 2. *Ctenodiscinae* Sladen 1886. Gatt. *Ctenodiscus* Müll. u. Trosch.

Familie 3. ***Astropectinidae*** Gray (1840) emend.

Subfam. 1. *Astropectininae* Sladen 1887. Gatt. *Cruspidaster* n. gen., *Leptoptychaster* Smith, *Moiraster* n. gen., *Astropecten* Linck, *Psilaster* Sladen, *Phoxaster* Sladen, *Bathybiaster* Dan. u. Kor., *Ilyaster* Dan. u. Kor.

Subfam. 2. *Luidiinae* Sladen 1887. Gatt. *Luidia* Forbes, *Platasterias* Gray.

Familie 4. ***Pentagonasteridae*** Perrier 1884.

Subfam. 1. *Pentagonasterinae* Sladen 1887. Gatt. *Pentagonaster* Linck, *Astrogonium* Müll. u. Trosch. emend., *Calliaster* Gray, *Chitonaster* Sladen, *Calliderma* Gray, *Iconaster* n. gen., *Gnathaster* n. gen., *Nymphaster* Sladen, *Paragonaster* Sladen, *Mediaster* Strmps., *Nectria* Gray.

Subfam. 2. *Goniodiscinae* Sladen 1887. Gatt. *Stellaster* Gray, *Ogmaster* von Martens, *Leptogonaster* Sladen, *Goniodiscus* Müll. u. Trosch. emend.

Subfam. 3. ***Mimasterinae*** Sladen 1887. Gatt. *Mimaster* Sladen.

Familie 5. ***Antheneidae*** Perrier 1884.

Gatt. *Anthenea* Gray, *Goniaster* (Agassiz) emend. Perrier, *Hippasteria* Gray.

Familie 6. ***Pentacerotidae*** (Gray) emend. Perrier 1884.

Gatt. *Pentaceros* Linck, *Nidorellia* Gray, *Amphiaster* Verill, *Pentaceropsis* n. gen., *Culcita* Agassiz, *Asterodiscus* Gray, *Choriaster* Lütken, *Paulia* Gray.

Familie 7. ***Gymnasteriidae*** Perrier 1884.

Gatt. *Asteropsis* Müll. u. Trosch., *Dermasterias* Perrier, *Gymnasteria* Gray, *Tylaster* Dan. u. Kor., *Porania* Gray, *Marginaster* Perrier, *Rhegaster* Sladen, *Poraniomorpha* Dan. u. Kor., *Lasiaster* u. gen.

Fam. 8. ***Asterinidae*** (Gray 1840) emend. Perrier 1875.

Subfam. 1. *Ganeriinae* Sladen 1888. Gatt. *Cycethra* Bell, *Ganeria* Gray.

Subfam. 2. *Asterininae* Sladen 1888. Gatt. *Patiria* (Gray) emend. Perrier, *Nepanthia* Gray, *Asterina* Nardo, *Disasterina* Perrier.

Subfam. 3. *Palmipedinae* Sladen 1888. Gatt. *Palmipes* Linck, *Stegnaster* n. gen.

2. Ordnung: ***Cryptozonia*** Sladen 1888.

Euasteroiden mit Marginalplatten, die beim erwachsenen Thier kaum wahrnehmbar und mehr oder weniger rudimentär sind. Die Supramarginalplatten sind oft von den Inframarginalplatten durch eingeschobene Platten getrennt. Kiemenbläschen sind nicht auf die von Supramarginalplatten begrenzte Fläche beschränkt, sondern stehen oft zwischen den Marginalplatten und auf der Actinalfläche. Ambulacralplatten mehr oder weniger zusammengedrängt und schmal. Die Entwickelung des Ambulacralskeletts ist anfangs beschleunigt im Verhältniss zu dem Wachsthum des Körperskelettes überhaupt.

Die Ambulacral- und Adambulacralplatten im Peristom (Mundskelett) prominent. Pedicellarien gestielt oder sitzend.

Familie 1. ***Linckiidae*** Perrier 1875 emend.

Subfam. 1. *Chaetasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Chaetaster* Müll. u. Trosch.

Subfam. 2. *Linckiinae* Sladen 1888. Gatt. *Fromia* Gray, *Ferdina* Gray, *Ophidiaster* Agassiz, *Pharia* Gray, *Leiaster* Peters, *Linckia* Gray, *Phataria* Gray, *Nardoa* Gray emend., *Narcissia* Gray.

Subfam. 3. *Metrodirinae* Sladen 1888. Gatt. *Metrodira* Gray.

Familie 2. ***Zoroasteridae*** Sladen 1888.

Gatt. *Zoroaster* Wyv. Thoms., *Cnemidaster* n. gen., *Pholidaster* Sladen.

Familie 3. ***Stichasteridae*** Peters 1885.

Gatt. *Stichaster* Müll. u. Trosch., *Neomorphaster* n. gen., *Tarsaster* n. gen.

Familie 4. ***Solasteridae*** Perrier 1884.

Subfam. 1. *Solasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Crossaster* Müll. u. Trosch., *Solaster* Forbes, *Lophaster* Verrill, *Rhipidiaster* n. gen.

Subfam. 2. *Korethrasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Korethraster* Wyv. Thoms., *Peribolaster* Sladen.

Familie 5. ***Pterasteridae*** Perrier 1875.

Subfam. 1. *Pterasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Pteraster* Müll. u. Trosch., *Retaster* Perrier, *Marsipaster* Sladen, *Calyptraster* Sladen, *Hymenaster* Wyv. Thoms., *Benthaster* Sladen, *Myxaster* Perrier, *Cryptaster* Perrier.

Subfam. 2. *Pythonasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Pythonaster* Sladen.

Familie 6. ***Echinasteridae*** Verrill 1871 (1867), emend.

Subfam. 1. *Acanthasterinae* Sladen 1888. Gatt. *Acanthaster* Gervais.

Subfam. 2. *Mithrodiinae* Viguier 1878. Gatt. *Mithrodia* Gray.

Subfam. 3. *Echinasterinae* Viguier 1878. Gatt. *Cribrella* (Agassiz) Forbes, *Perknaster* n. gen., *Echinaster* Müll. u. Trosch., *Plectaster* n. gen.

Subfam. 4. *Valvasterinae* Viguier 1878. Gatt. *Valvaster* Perrier.

Familie 7. ***Heliasteridae*** Viguier 1878.

Gatt. *Heliaster* Gray.

Familie 8. ***Pedicellasteridae*** Perrier 1884.

Gatt. *Pedicellaster* Sars.

Familie 9. ***Asteriidae*** Gray 1840, emend.

Gatt. *Asterias* Linné, *Uniophora* Gray, *Calvasterias* Perrier, *Anasterias* Perrier, *Pycnopodia* Stimpson, *Coronaster* Perrier, *Astrella* Perrier.

Familie 10. ***Brisingidae*** Sars 1875.

Gatt. *Labidiaster* Lütken, *Odinia* Perrier, *Brisinga* Asbjørnson, *Freyella* Perrier, *Colpaster* n. gen., *Brisingaster* de Loriol, *Hymenodiscus* Perrier, *Gymnobrisinga* Studer.

Das System Perrier's, wie er es in seiner Bearbeitung der Asteriden des Travailleur und des Talisman zu Grunde gelegt hat, ist folgendes:

1. Ordnung: ***Forcipulata.***

Mundeckstücke (dents) klein, abgestutzt an der Mundseite; ohne Hervorragung gegen den Mund (indifferente oder ambulacrale Peristombildung). — Die beiden ersten Ambulacralstücke sind verwachsen zu

einer grossen Platte, die oft gegen den Mund hervorragt, mit einem Ambulacralporus. Ambulacral- und Adambulacralstücke bald länger (dicker), bald kürzer (dünner) comprimirt. Calicinales, Carinales und Marginales deutlich unterscheidbar. Marginales im Allgemeinen klein, oft unterschieden durch ihre Gestalt und getrennt durch pièces intercalaires. Skelett gebildet von Stücken, die entweder ohne Verbindung sind, oder durch Zwischenplatten verbunden sind.

Hautskelett bestehend aus Dornen oder Stacheln, selten Körnern. Pedicellarien mit besonderem Basalstück, gestielt mit zwei geraden oder gekreuzten Zangenstücken. Ambulacralfüsschen mit Saugnapf, zwei- oder vierreihig. Kiemenbläschen in allen Maschen des Rückenskeletts, zwischen den marginales, selbst den marginales inférieures und adambulacraires.

Familien: *Brisingidae, Pedicellasteridae, Heliasteridae, Asteridae, Zoroasteridae, Stichasteridae.*

2. Ordnung: ***Spinulosa.***

Mundeckstücke (dents) verhältnissmässig schwach entwickelt, gegen den Mund hervorspringend; am Mundwinkel abgestumpft, oder am freien Rand convex. Ambulacral- und Adambulacralstücke nicht comprimirt, dick. Marginalplatten kaum hervortretend, in derselben oder geringerer Zahl als die Adambulacralia. Calicinales, Carinales wenig deutlich. Ventro-latérales wenig entwickelt oder in Reihen angeordnet.

Dorso-latérales netzförmig wenig regelmässig angeordnet, oder dachziegelartig liegend. Hautskelett gebildet von Stacheln. Sitzende Pedicellarien aus umgeformten Stacheln gebildet. Ambulacralfüsschen zweireihig, Kiemenbläschen können auf allen Theilen des Körpers vorhanden sein, oder nur auf der Rückenfläche.

Familien: *Echinasteridae, Mithrodidae, Solasteridae, Asterinidae, Ganeriidae.*

3. Ordnung: ***Velata.***

Mundeckstücke (dents) gross, am Ambulacralrand convex, am Mundrand oft vorspringend und ohne einen Stachel. Ambulacralstücke nicht comprimirt. Adambulacralstücke verlängert, senkrecht zur Ambulacralfurche. Marginales wenig hervortretend, gleich wie calicinales und carinales. Alle Platten bewaffnet mit langen Stacheln, die durch eine Haut, die sich über sie ausspannt, mit einander verbunden werden. Pedicellarien fehlen. Ambulacralfüsschen zweireihig (ausser *Pteraster multipes*).

Familien: *Myxasteridae, Pythonasteridae, Pterasteridae.*

4. Ordnung: ***Paxillosa.***

Mundeckstücke (dents) gross, beilförmig, einen Kiel gegen die Ventralfläche bildend, getrennt durch eine gewöhnlich breite Grube. Adambulacralstücke verändern ihre Gestalt, je näher sie den Mundeckstücken liegen, um ihnen zu gleichen. Ambulacralstücke nicht comprimirt. Ventro-latérales in allen Stadien der Entwicklung, oft in Reihen mit den Adambulacralien correspondirend. Marginales gross, gewöhnlich mit zwei oder drei Adambulacralstücken correspondirend. Calicinales und carinales ge-

wöhnlich wenig deutlich. Carinales zwei- oder dreimal weniger zahlreich als die Marginales. Dorso-latérales meist Reihen bildend. Ventro-latérales und Inféro-marginales gewöhnlich mit Stacheln besetzt, die sich zu Dornen entwickeln können. Calicinales, Discinales, Carinales und Dorso-latérales jede mit einem Bündel kleiner beweglicher Dornen oder Papillen, oder bilden sich zu Paxillen um. Die Stacheln können zu kammförmigen, büschel- oder streifenförmigen Pedicellarien werden.

Ambulacralfüsschen zweireihig, oft konisch mit rudimentärem Saugnapf. Kiemenbläschen beschränkt auf die Rückenfläche, gewöhnlich vereinzelt zwischen den Paxillen.

Familien: *Astropectinidae, Porcellanasteridae, Achasteridae.*

5. Ordnung: ***Valvata vel Granulosa.***

Mundstücke (dents) klein, unansehnlich; regelmässig dreieckig oder zugespitzt. Ambulacralstücke nicht comprimirt. Adambulacralstücke beinahe viereckig. Marginales immer deutlich, sehr gross, immer weniger zahlreich als die Adambulacralstücke. Calicinales, Discinales, Carinales und Dorsolatérales ähnlich, gross, eng netzförmig angeordnet oder mosaikförmig. Hautskelett granulirt. Pedicellarien, wenn vorhanden, stets sitzend, klappen- oder salzfassförmig.

Ambulacralfüsschen zweireihig, cylindrisch, mit breitem Saugnapf. Kiemenbläschen auf die Rückenfläche beschränkt, bei den Formen á aires ventrales bien dèveloppées.

Familien: *Linckiidae, Pentagonasteridae, Gymnasteridae, Antheneidae, Pentacerotidae.*

Vergleicht man die beiden Systeme miteinander, so fällt zunächst auf, dass die Familien in beiden in nahezu derselben Reihenfolge, aber in umgekehrter Folge aufgeführt werden. Dem entspricht es, dass auch die Ordnungen einander gleichstehen. Die *Cryptozonia* von Sladen fallen mit den *Forcipulata, Spinulosa* und *Velata* zusammen, die *Phanerozonia* mit den *Paxillosa* und *Valvata.* Während aber Sladen die *Phanerozonia* für die jüngsten, die *Archasteridae* für die ältesten hält, ist Perrier der umgekehrten Meinung und sieht in den *Cryptozonia* die älteren Formen. Sein System stützt sich auf eine bis ins Einzelne gehende Betrachtung des Skelettes, für dessen Theile er eine nicht immer glückliche Neubenennung eingeführt hat. Zur leichteren Orientirung sei diese Nomenklatur im Folgenden zusammengestellt:

A. Squelete ventral (ambulacrales und interambulacrales Skelett ohne untere Randplatten).

1. Pièces ambulacraires = ambulacrale Skelettstücke.
2. Dents = Mundplatten, Mundeckstücke.
3. Odontophores = basale, interbrachiale, unpaare Interambulacralplatte (inneres intermediäres Skelettstück).
4. Pièces adambulacraires = adambulacrale Skelettstücke.
5. Pièces ventro-latérales = Ventrolateralplatten (ventrale Interradialfelder oder intermed. Ambulacralfeld).

B. Squelette latéral.
6. Marginales ventrales = infero-marginale Pl., untere Randplatten.
7. Pièces intercalaires = zwischen beiden auftretende „intercalirte Skelettstücke.
8. Marginales dorsales = supero-marginale Pl., obere Randplatten.

C. Squelette dorsal.
α. Squelette dorso-central (antiambulacrales [abactinales] Skelett ohne obere Randplatten).
a. Pièces calicinales = Apicalia (Kelchplatten) (prim. Scheitelplatten).
9. Dorse-centrale.
10. Infra-basales = erste der secund. Radialplatten des Scheibenrückens.
11. Basales = primäre Interradialplatten (Genitalia).
12. Radiales = erste intermediäre Platten des Scheibenrückens.
b. Pièces discinales.
13. Intermédiaires radiales } = supplementäre Stücke im
14. Intermédiaires transversales } Scheitelfelde der Scheibe.
β. Squelette dorso-brachial.
15. Carinales = (Kielplatten) medioradiale Reihe der Abactinalplatten; secundäre Radialplatten der Arme und der Scheibe.
16. Terminale.
17. Dorso-latérales = Dorsolateralplatten.
18. Réticulaires longitudinales } supplementäre Platten der Arme
19. Réticulaires transversales } und Scheibe.
γ. Plaque hydrophore.
20. Madréporite.

Das System Perrier's gründet sich in erster Linie auf die Gestalt der dents, der Mundplatten und Mundeckstücke, die er zur genaueren Abgrenzung und Bestimmung seiner Ordnungen gebraucht. Weiter wird aber das Gesammtskelett und die Bildung der Pedicellarien herangezogen.

Die bereits erwähnte Uebereinstimmung in der Reihenfolge der einzelnen Familien in beiden natürlichen Systemen scheint mir zu beweisen, dass die Merkmale, auf die sich die Eintheilungen stützen, im grossen ganzen die richtigen sind. Zur Zeit sind aber die einzelnen Gattungen hinsichtlich ihres Skelettes noch keineswegs derartig genau erforscht, dass man behaupten könnte, ihre Stellung in einer der genannten Ordnungen sei sicher gestellt. Wie eine neue Beobachtung die Stellung einer Familie oder Gattung sofort ändern kann, hat vor kurzem Ludwig*) für die Gattung *Chaetaster* gezeigt. Diese Gattung war bisher von Perrier und Sladen zu der Familie der Linckiiden gestellt worden. Sladen hatte für sie

*) Seesterne in Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Monographie 24, 1898.

eine besondere Unterfamilie, die *Linckiinae*, aufgestellt, die sich durch den Besitz von inneren supplementären Plättchen im Rückenskelett und papillenförmigen Skelettplatten auszeichnen sollte. Ludwig zeigte, dass das erste Merkmal nicht zur Abgrenzung einer Unterfamilie herangezogen werden könne, da die Linckiiden selbst solche supplementäre Plättchen besitzen, wie er für *Ophidiaster ophidianus* und *Hacelia attenuata* nachgewiesen hat. Vor allem aber war es der Nachweis von einer unpaaren oberen und unteren Randplatte, wie sie bisher keiner Gattung der Linckiiden zukommt. Auf Grund dieses Befundes muss *Chaetaster* aus der Familie der Linckiiden ausscheiden. Da aber bei ihr die Papulae auf die Dorsalseite beschränkt sind, ein Merkmal der Sladen'schen *Phanerozonia*, so muss sie zu dieser Ordnung gestellt werden. Provisorisch errichtete Ludwig für sie die Familie der *Chaetasteridae*. Dieser Fall zeigt, wie vorsichtig man zur Zeit mit der ins Einzelne gehenden Systematisirung der Asteriden sein soll.

Im Folgenden werden wir der Eintheilung Sladen's folgen, und mit ihm die Seesterne in *Phanerozonia* und *Cryptozonia* eintheilen. Bei der Begrenzung der einzelnen Ordnungen und Familien jedoch schloss ich mich meist an die Perrier'schen Eintheilungen an, da sie in den meisten Fällen eine wohlgelungene kritische Emendation der Sladen'schen Klassifizirung bilden.

---

1. Ordnung: ***Phanerozonia*** Sladen 1886.

Marginalplatten gross und stark entwickelt. Obere Marginal- und untere Marginalplatten berühren sich.

Kiemenbläschen (papulae) beschränkt auf die Abactinal-(dorsal)-Fläche, welche von den oberen Marginalplatten begrenzt wird. Ambulacralplatten gut entwickelt und breit, die Entwickelung des Ambulacralskelettes bleibt zurück, oder fällt mit dem Wachsthum des Skeletts überhaupt zusammen. Im Peristom sind die Adambulacralplatten prominent. Pedicellarien, wenn vorhanden, sitzend. Zwei Reihen von Ambulacralfüsschen.

I. Familie ***Archasteridae*** (Viguier 1878) emend. Sladen 1886.

Arme lang, zugespitzt, abgeplattet, in der Fünfzahl vorhanden. Marginalplatten kräftig und gross mit beweglichen oder unbeweglichen zugespitzten Stacheln. Abactinalskelett (antiambulacrales Skelett) mit einfachen Stacheln, mit Pseudo-Paxillen, oder echten Paxillen. Bauchfläche mit Stacheln tragenden Platten. Adambulacralplatten gross und nicht niedergedrückt. Pedicellarien zahlreich vorhanden oder fehlen. Superambulacralstücke fehlen oder vorhanden. Ambulacralfüsschen zweireihig, oft konisch zugespitzt mit rudimentärem Saugnapf. Madreporenplatte oft von Paxillen bedeckt. After bei den meisten Gattungen vorhanden.

1. Subfamilie: *Archasterinae* (Sladen 1886) emend. Perrier 1894.

Ventrolateralplatten wenig zahlreich, bilden eine oder zwei parallele Reihen am Scheibenrand.

Dorsolateralplatten bilden Querreihen jederseits von der meridionalen Reihe (Kielplatten, Carinales). Paxillen und Pedicellarien vorhanden.

1 Gattung mit 2 Arten.

Archaster Müller u. Troschel 1840 emend. Sladen 1886.

Scheibe platt, mit verlängerten breiten Armen, fünf, seltener vier oder sechs. Winkel zwischen den Armen scharf. Die unteren Randplatten mit Schuppen bedeckt, die sich am Rande in bewegliche Stacheln verwandeln können; die oberen Randplatten mit Körnchen bedeckt, die borstenartig werden können. Rückseite eben und dicht mit Fortsätzen, Paxillen, bedeckt, deren Gipfel mit kleinen Borsten gekrönt sind. Ambulacralbewaffnung: eine Reihe von 3 gebogenen Stacheln im Dreieck, gefolgt von 1 oder 2 Reihen platter Stacheln. After central.

Literatur: **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France 1895); **Müller u. Troschel** (374, 375); **Gray** (174); **Möbius** (363); **Sladen** (503); **Studer** (526).

2 Arten: *typicus* Müll. u. Trosch., *angulatus* Müll. u. Trosch.

Diese Gattung lebt nur in den wärmeren Meeren, geht bis 250 Faden, fehlt in grösseren Tiefen. Fundorte: *angulatus* im Indischen und Pacifischen Ocean (Mauritius, Java, Australien), *typicus* um die Inseln des Indischen Oceans, von den Philippinen bis Neu-Guinea, Nordküsten Australiens und Neu Caledoniens, Fiji- und Tonga-Inseln, auf Korallenriffen.

2. Subfamilie: *Parachasterinae* Sladen 1886.

Arme lang und zugespitzt. Ventrolateralplatten wenig zählreich, bilden ein oder zwei parellele Reihen am Scheibenrand. Dorsolateralplatten ohne besondere Anordnung. Randplatten mehr oder weniger alternirend.

Ambulacralfüsschen zweireihig mit kleiner Saugscheibe. Kiemenbläschen auf die Basis der Arme beschränkt.

1. *Pararchaster* Sladen 1885.

Scheibe klein. Arme sehr lang, spitz zulaufend, biegsam. Randplatten suboval oder dreieckig, in der Richtung der Arme verlängert, beide Reihen mehr oder weniger alternirend. Jede Platte mit grossem Stachel. Dorsalfläche ohne echte Paxillen. Kiemenbläschen auf eine Fläche an der Armbasis beschränkt. Wenige Ventrolateralplatten (ventrale intermediäre Platten). Adambulacralplatten, auf dem freien Rand eine fächerförmige Reihe von Stacheln und mehrere lange, konische Stacheln auf der ventralen Fläche. Eine unpaare interradiale Randplatte mit einem oder mehreren Stacheln.

Literatur: **Sladen** (500); **Perrier** (405, 410, 413).

8 Arten: *antarcticus* Slad., *armatus* Slad., *Fischeri* Perr., *Folini* Perr., *pedicifer* Slad., *semisquamatus* Slad., *simplex* Perr., *spinosissimus* Slad.

Von diesen acht Arten leben *antarctius* und *pedicifer* in der Südsee in Tiefen von 3000—3500 m, *simplex* in Tiefen von 2420 m im Antillenmeer, *semisquamatus* in 1050—3500 m im pacifischen, die übrigen im atlantischen Ocean (einschliesslich *semisquamatus var. occidentalis*), und zwar in Tiefen von 1056—3500 m.

Sie leben theils auf Globigerinenschlamm, vulkanischem Sand, theils auf blauem und grauem Schlamm.

2. *Cheiraster* Studer 1883.

(Syn. *Pontaster* Sladen partim.)

Scheibe abgeplattet; fünf lange, platte verlängerte Arme. Obere und untere Randplatten fein gekörnt, letztere mit spitzen, beweglichen Stacheln. Adambulacralplatten treten weit in die Furche vor. Zwischen den Mundeckstücken (mit langen Stacheln) und unteren Randplatten interradiales Feld aus einer oder mehreren Platten gebildet mit kammförmigen Pedicellarien. Dorsalhaut der Scheibe dünn, durchscheinend, mit paxillenartigen Plättchen besetzt, die am Rande einen Kranz von Körnern tragen. Füsschen konisch mit kleiner Saugscheibe. Keine unpaare interradiale Marginalplatte. Madreporenplatte nahe dem Scheibenrande.

Literatur: **Studer** (526 u. Sitzungsb. nat. Fr. Berlin 1883); **Sladen** (500); **Perrier** (405, 410, 413).

9 Arten: *coronatus* Perr., *echinulatus* Perr., *gazellae* Stud., *mirabilis* Perr., *oxyacanthus* Slad., *pedicellaris* Stud., *teres* Slad., *trullipes* Slad., *Vincenti* Perr.

Von diesen Arten finden sich im pacifischen Ocean: *oxyacanthus* (600 m); *trullipes* (1900 m); in der Südsee: *teres* (255 m); Antillenmeer: *mirabilis* (100—1500 m), *echinulatus* (100—300 m), *coronatus* (340—380 m), *Vincenti* (174 m).

3. *Pectinaster* Perrier 1885.

Fünf zugespitzte und abgeplattete Arme. (Mundeckstücke beilförmig, am freien Rand abgerundet.) Adambulacralstücke in die Ambulacralfurche hervorspringend, einen Kamm von divergirenden Stacheln tragend. Oft zwei Arten von Ventrolateralplatten, die eine wie bei *Cheiraster*, die andere aus unregelmässig angeordneten Platten gebildet. Jede trägt eine Gruppe Stacheln, die einander zugekehrt sind und büschelförmige Pedicellarien bilden. Dorsale und ventrale Randplatten correspondirend, mit büschelförmigen Pedicellarien, und einem oder mehreren langen konischen Stacheln. Dorsolateralplatten klein, mit einer Anzahl Stacheln und einer büschelförmigen Pedicellarie. Madreporenplatte nackt.

Literatur: **Perrier** (413, Expéd. du Trav.).

3 Arten: *Filholi* Perrier (1258—2330 m), *forcipatus* 2000—2800 m, *forcipatus var. echinata* (Slad.) 2500 m, *mimicus* (Slad.) 1400 m.

Perrier stellt den Sladen'schen *Pontaster forcipatus* und *mimicus*, die auf der Challengerexpedition erbeutet wurden, mit Recht zu dieser Gattung, die ausschliesslich Tiefseeformen enthält, welche auf Schlamm leben. Ihre Heimath sind die Azoren, atlantische Küste der Vereinigten Staaten nördlich vom Delaware und Südsee.

4. *Pontaster* (Sladen) emend. Perrier 1891.

Fünf abgeplattete Arme, verhältnissmässig wenig verlängert. Mundeckstücke wenig hervorspringend. Adambulacralstücke in die Ambulacralfurche hervorragend, von einem Ring von Stacheln eingefasst, von deren

eine Anzahl einen Kamm bildet. Ventrolateralplatten wenig zahlreich. untere und obere Randplatten in gleicher Anzahl, mit einem oder mehreren beweglichen Stacheln bewehrt. Dorsolateralplatten klein, auf einer Erhöhung Stacheln tragend. Madreporenplatte nackt. Ohne Pedicellarien. Kiemenfeld an der Basis der Arme.

Literatur: **Koehler** (Rev. Biol. du Nord, France, T. 7, u. Ann. de Lyon 1896); **Sladen** (503), **Perrier** (410, 418*)).

9 Arten: *hebitus* Slad., *limbatus* Slad., *marionis* Perr., *oligoporus* Perr., *perplexus* Perr., *planeta* Slad., *pristinus* Slad., *subtuberculatus* Slad., *venustus* Slad.

Diese Gattung lebt in geringen Tiefen mit Ausnahme von *venustus*, die zwischen 1250—4000 m, und *pristinus*, die 4500 m tief gefunden wurde. Ihre Heimath ist der atlantische Ocean, für *subtuberculatus* der pacifische Ocean, für *oligoporus* die Antillen, *perplexus* die Küste von Afrika (Cap Blanc).

3. Subfamilie *Plutonasterinae.*

Arme lang, zugespitzt, abgeplattet. Ventrolateralplatten gut entwickelt, gewöhnlich in Reihen längs der Marginal- oder Ambulacralstücke angeordnet.

1. *Goniopecten* Perrier (emend.) 1881.

Fünf Arme. Mundeckstücke gross, gegen die Ventralfläche hervorspringend, mit zahlreichen Randstacheln; auf der ventralen Oberfläche wenige Stacheln. Adambulacralstücke mit zahlreichen parallel gestellten Stacheln. Eine einzige Längsreihe von kleinen Stacheln auf der Ventralfläche. Ventrolateralplatten polygonal, mosaikförmig angeordnet, aber in doppelten Längsreihen längs der Adambulacralstücke. Jede Reihe ist von den benachbarten durch eine Furche getrennt. Untere und obere Randplatten granulirt, unbewaffnet, in derselben Zahl wie die Adambulacralstücke. Dorsolateralplatten in Gestalt von Paxillen, in transversalen Reihen am Rand der Arme. Saugscheibe der Füsschen wenig entwickelt. Kiemenbläschen isolirt, gleichmässig auf die Oberfläche der Scheibe vertheilt. Madreporenplatte nackt. — Pedicellarien fehlen. Integument dick.

Literatur: **Perrier** (404, 410, Talisman), **Sladen** (503).

3 Arten: *demonstrans* Perr., 640 m tief, Antillenmeer; *intermedius* Perr.; *subtilis* Perr., die beiden letzteren im N. von Havana zwischen 800—1900 m.

2. *Dytaster* Sladen 1885.

Fünf Arme sehr lang und dünn. Scheibe mehr oder weniger aufgebläht. Mund sehr ausdehnbar. Mundeckstücke hervorspringend auf der ventralen Oberfläche. Ventrolateralplatten sehr zahlreich, auf jeder gewöhnlich eine vierklappige Pedicellarie.

Randplatten rectangulär, obere Reihe der Randplatten dünn, lagern

*) Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman. Echinodermes. Paris 1894.

direct über der unteren, jede Platte mit einem konischen Stachel, die Oberfläche granulirt und mit kleinen Stacheln besetzt. — Die Oberseite der Platten mit kleinen Paxillen und oft klappenförmigen Pedicellarien. Adambulacralstacheln in einer Längsreihe von kurzen parallelen Stacheln; auf der ventralen Fläche eine oder mehr Längsreihen von Stacheln von denen einer, im letzten Armdrittel, grösser ist als die Nachbarn oder Granula. Kiemenbläschen gleichmässig auf der Dorsalfläche vertheilt. Madreporenplatte breit, zusammengesetzt, den Randplatten genähert, mit Paxillen bedeckt. Analöffnung subcentral.

Literatur: **Sladen** (503); **Perrier** (410, Expéd. sc. du Travailleur).

9 Arten: *Agassizii* Perr., *biserialis* Slad., *exilis* Slad., *aequivocus* Slad., *insignis* (Perr.), *inermis* Slad., *madreporifer* Slad., *nobilis* Slad., *rigidus* Perr.

Diese Arten sind sämmtlich Tiefseebewohner, sie leben zwischen 2200—4800 m auf Schlammboden. Ihre Heimath ist der atlantische und pacifische Ocean und die Südsee (*inermis* und *aequivocus*).

3. *Crenaster* Perrier 1894.

Von der vorigen Gattung unterschieden durch das Fehlen der Pedicellarien. Der letzte oder vorletzte Stachel der Adambulacralstücke ist grösser als die übrigen. Weiter durch die grössere Anzahl der Ventrolateralplatten.

Literatur: **Sladen** (503); **Perrier** (Expéd. scientif. du Travailleur).

4 Arten: *mollis* Perr. Azoren; *semispinosus* Perr. Golf von Gascogne; *spinosus* (Slad.) pacif. Ocean; *spinulosus* Perr. Golf von Gascogne.

Auch diese Gattung lebt in Tiefen von 3000—5000 m. Sladen beschrieb die Challengerart unter dem Namen *Dytaster spinosus*.

4. *Plutonaster* Sladen 1885 (Narr. Chall. Exp. vol. 1, p. 610).

Fünf sehr lange Arme. Scheibe verhältnissmässig gross und niedergedrückt. Mundeckstücke gross, verhältnissmässig wenig hervorspringend, zwischen einander eine bandförmige Grube lassend. Ventrolateralplatten zahlreich, granulirt, in einfachen Längsreihen. Die oberen Randplatten granulirt, dick und massiv, einen breiten Rand auf der Dorsalseite bildend, correspondiren mit den unteren Randplatten, mit je einem dicken Stachel. Die unteren Randplatten tragen oft einen rudimentären Stachel. Dorsalseite mit Paxillen besetzt. Papulae gleichmässig auf der Dorsalseite vertheilt. Dorsalplatten an den Seiten der Arme in mehr oder weniger abgegrenzten transversalen Reihen angeordnet. Ventrale Interradialfelder breit. Adambulacralstücke mit einer Längsreihe von kurzen, cylindrischen beinahe gleichen Stacheln. Zwei oder mehr Längsreihen kleiner Stacheln (papilliform granules) auf der ventralen Fläche jeder Platte, einigemal ein grosser konischer Stachel auf den Platten nahe dem Armende. Ambulacralfüsschen konisch, mit kleinem Saugnapf. Madreporenplatte breit, mit Paxillen (*Tethyaster* ausgenommen) bedeckt. Ohne Pedicellarien. Analöffnung subcentral.

Literatur: **Sladen** (503); **Studer** (526); **Perrier** (410, 413 Talisman); **Philippi** (427); **Lamarck** (Hist. nat. Vol. 3); **Müller** u. **Troschel** (375); **Marenzeller** (Denkschr. Akad. Wien, Bd. 62); **Ludwig** (Seesterne Fauna Neapel); **Koehler** (Caudan); **Thomson** (539).

12 Arten: *abbreviatus* Slad., *bifrons* (Wyv. Thomson), *ambiguus* Slad., *edwardsi* Perr., *efflorescens* Perr., *intermedius* (Perr.), *inermis* (Perr.), *marginatus* Slad., *pulcher* Perr., *rigidus* Slad., *notatus* Slad., *subinermis* (Philippi).

Subgen. *Tethyaster* Sladen.

Ausgezeichnet durch abweichende Bewaffnung der Adambulacralstücke und einfache und unbedeckte Madreporenplatte. Füsschen mit grosser Saugscheibe.

Literatur: **Düben** u. **Koren** (116); **Koehler** (Caudan); **Müller** u. **Troschel** (375); **Sladen** (503); **Perrier** (Talisman); **Sars** (470).

1 Art: *parelii* (Düb. u. Koren) im nördl. atlantischen Meer.

Die Arten dieser Gattung leben zum grössten Theil im atlantischen, nur *ambiguns* im pacifischen Ocean. Im Mittelmeer finden sich *subinermis* und *bifrons*. Diese Art ist von Sladen in eine Subgattung *Tethyaster* gestellt worden, welche Perrier für eine besondere Gattung ansieht. Durch die Ludwig'schen Untersuchungen stellt sich aber heraus, dass sich diese Art besser der Gattung *Plutonaster* einreihen lässt, als der Subgattung *Tethyaster*; *inermis* besitzt ebenso wie *bifrons* im Gegensatz zu den übrigen Plutonasterarten *Superambulacralia* und zeigt die Genitalorgane in besonderer Gestalt. Sie sind in einzelne Büschel aufgelöst, die weit in die Arme reichen und distalwärts allmählich an Grösse abnehmen. Ob nicht auch den übrigen Arten *Superambulacralia* zukommen, wie Ludwig's Angaben vermuthen lassen, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Die meisten Arten sind Tiefseebewohner, einzelne, wie *bifrons*, wurden in einer Tiefe von 106—2500 m angetroffen, *marginatus* 775 m tief.

5. *Lonchotaster* Sladen 1885.

Scheibe breit. Arme mässig verlängert und verhältnissmässig schmal, spitz zulaufend. Randplatten schmal und kurz, zahlreich, mehr oder weniger beschränkt auf die Seitenwand der Arme; granulirt. Obere Randplatten schmäler als die unteren; etwas verkümmert. Keine hervorragenden Stacheln auf den Randplattenreihen. Pedicellarien auf den unteren und einigen oberen Randplatten. Abactinalseite mit Paxillen, die Dorsalplatten ringförmig angeordnet. Kiemenbläschen regelmässig vertheilt. Ventrale Interradialfelder schmal, mit in Reihen gestellten Platten und Pedicellarien. Adambulacralstücke gross, länger als breit, mit in Längsreihen gestellten kurzen Stacheln und einer breiten Pedicellarie. Madreporenplatte breit und zusammengesetzt. Analöffnung subcentral. Ohne Superambulacralia.

Literatur: **Sladen** (503).

2 Arten: *forcipifer* Slad. in der Südsee; *tartareus* Slad. im atlantischen Ocean.

Beide Arten sind auf die Tiefsee beschränkt, leben zwischen 3510 und 4320 m auf Globigorinen oder Diatomeenschlamm.

4. Subfamilie: *Gnathasterinae* Perrier 1894.

Archasteriden mit kurzen Armen, einer interradialen unpaaren Randplatte, einem hyalinen rückwärts gebogenen Stachel auf jedem Mundeckstücke.

1. *Asterodon* Perrier 1891.

Körper pentagonal. Mundeckstücke sehr gross und Randplatten nehmen regelmässig an Grösse ab. Pedicellarien, wenn vorhanden, klappenförmig. Saugscheiben der Füsschen von normaler Grösse.

Literatur: **Perrier** (418); **Müller u. Troschel** (375).

2 Arten: *granulosus* Perr., *singularis* (Müll. u. Trosch.).

2. *Odontaster* Verrill 1880.
= *Gnathaster* Sladen.

Körper niedergedrückt, pentagonal, mit mehr weniger ausgezogenen Ecken. Dorsal- und Ventralseite mit kurzen Stacheln besetzt, Rückenplatten paxillenförmig (Pseudopaxillen). Mundeckstücke mit je einem grossen unpaaren, aus zwei vereinigten, aboral gerichteten, dornförmigen Stachel. Obere und untere Randplatten gross, einen dicken Rand bildend. In den Armwinkeln je eine obere und untere unpaare Randplatte. Pedicellarien büschelförmig, vereinzelt. Kiemenbläschen einfach, Ambulacralfüsschen mit deutlicher Saugscheibe.

Literatur: **Bell** (30, 59); **Dujardin et Hupé** (117); **Ludwig** (Seest. Neapel); **Müller u. Troschel** (375); **v. Marenzeller** (Denksch. Akad. Wien Bd. 62); **Perrier** (418*)); **Sladen** (503); **Studer** (526); **Smith** (508); **Verrill** (557 u. Proc., U. St. Nat. Mus. Vol. 17, 1891).

14 Arten: *belli* (Perrier), *dilatatus* (Perrier), *elongatus* (Sladen), *grayi* (Bell), *granulosus* (Perrier), *hispidus* (Verrill), *mediterraneus* (v. Marenzeller), *mirabilis* (Sladen), *miliaris* (Gray), *meridionalis* (Smith), *paxillosus* (Gray), *pedicellaris* Perrier, *pillulatus* (Sladen), *singularis* (Müller u. Troschel).

Die beiden Arten *hispidus* (im atlantischen Ocean) und *mediterraneus* (im Mittelmeer), leben nördlich, die übrigen südlich vom Aequator. In einer Tiefe von 12—270 m leben *elongatus*, *pilulatus*, *singularis; paxillosus* und *Grayi* gehen höchstens 18 m tief; *mediterraneus* ist 414—1196 m tief angetroffen worden.

Die Gattung *Odontaster* wurde von Verrill (557) aufgestellt. Die Sladen'sche Gattung *Gnathaster* ist mit ihr identisch, daher einzuziehen.

3. *Goniodon* Perrier 1894.

Randplatten erweitern sich anfangs, dann nehmen sie an Grösse ab. Ein aboral gerichteter Stachel auf jedem Mundeckstück.

*) Résult. scientif. du Travailleur et du Talisman. Echinodermes. Paris 1894.

Literatur: **Perrier** (399, Expéd. du Talisman).

Arten: *dilatatus* (Perr.) (= *Pentagonaster dilatatus* Perrier), Neu-Seeland.

4. *Hoplaster* Perrier 1882.

Körper sternförmig, Rücken- und Bauchseite flach. Mundeckstücke mit langen Stacheln auf der Oberfläche. Adambulacralstacheln wenig zahlreich, zwei oder mehr Reihen von langen Stacheln auf der ventralen Fläche, parallel zur Ambulacralfurche. Ventrolateralplatten nicht zahlreich, dachziegelartig, mit langen Stacheln. Randplatten beinahe quadratisch, nicht zahlreich, mit langen Stacheln besetzt. Eine unpaare dorsale und ventrale Randplatte vorhanden. Kelch- und Kielplatten mit langen beweglichen Stacheln. Ambulacralfüsschen mit normalen Saugscheiben.

Literatur: **Perrier** (413, Expéd. du Talisman).

1 Art: *spinosus* Perr. (413 Expéd. du Talisman).

5. Subfamilie: *Mimasterinae* Sladen 1888.

Keine unpaare interradiale Randplatte, kein Stachel auf den Mundeckstücken. Dorsolateralplatten Paxillen.

1. *Mimaster* Sladen 1882.

Körper sternförmig-pentagonal. 5 Arme. Bauchfläche mehr weniger convex. Abactinalfläche mit schmalen sternförmigen Platten mit Paxillen. Ventrale Interradialfelder mit in queren Reihen gestellten dachziegelförmigen Platten (Ventrolateralplatten) mit paxillenähnlichen Gruppen von Stacheln. Randplatten schmal, mit zahlreichen Stacheln bedeckt. Adambulacralplatten breiter als lang, mit unregelmässig angeordneten Stacheln. Ambulacralfüsschen mit gut entwickelter Saugscheibe. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (498, 499, 503); **Perrier** (Expéd. du Talisman).

2 Arten: *cognatus* Sladen; *tizardi* Sladen.

Die erste Art aus dem atlantischen, die letztere aus dem pacifischen Ocean, in einer Tiefe von 245—1325 engl. Faden.

6. Subfamilie: *Leptogonasterinae* Perrier 1894.

Dorsolateralplatten polygonal, versteckt unter der Hautdecke. Keine unpaare interradiale Randplatte. Ohne Stachel auf den Mundeckstücken.

1. *Leptogonaster* Sladen 1885.

Scheibe breit, pentagonal. Arme mässig lang. Rückenfläche bedeckt mit einer granulirten Membran. Randplatten bilden einen gut entwickelten Rand an Scheibe wie Armen. Obere Randplatten ohne Stacheln, untere Randplatten mit vier oder fünf Längsreihen kurzer Stacheln und an den Armen mit einem Tuberkel oder rückgebildeten Stachel versehen. Ventralfläche mit einer membranösen Haut bedeckt. Ventrolateralplatten polygonal. Adambulacralplatten breit und lang, Bewaffnung: fünf bis sieben kurze Stacheln, durch eine Membran vereinigt und fächerförmig

angeordnet; auf der Ventralseite eine einzelne lange Pedicellarie und zwei kurze Stacheln seitlich. Ventrale Interradialfelder bedeckt mit hexagonalen granulirten Platten, letztere mit einer Membran überdeckt. Kiemenbläschen zahlreich. Ambulacralfüsschen mit Saugscheibe.

Literatur: **Sladen** (503).

1 Art: *cristatus* Sladen; in der Südsee littoral.

II. Familie ***Astropectinidae*** Gray 1840.

Körper abgeplattet, Arme verlängert. Randplatten gross, hervorragend, bedeckt mit Stacheln. Gewöhnlich ohne Pedicellarien. Ohne After. Ambulacralfüsschen konisch.

1. Subfamilie: *Astropectininae* Sladen 1887.

Adambulacralplatten stossen mit den unteren Randplatten zusammen. Randplatten und Adambulacralplatten correspondiren nicht in Länge und Anzahl. Obere Randplatten mehr weniger entwickelt. Ohne Pedicellarien.

1. *Craspidaster* Sladen 1887.

Fünf Arme zugespitzt. Körper sehr abgeplattet und flach. Obere und untere Randplatten stark entwickelt, dick, bedeckt mit Granula. Ohne Stacheln, mit Ausnahme eines seitlichen Stachels auf jeder unteren Randplatte. Dorsalseite mit Paxillen. Adambulacralplatten mit einer Reihe von fünf bis sechs kurzen Stacheln auf dem Furchenflächenrand, kammartig angeordnet, die übrigen drei Ränder mit schmalen papilliformen Stacheln, ihre Ventralfläche ist mit einer Haut bedeckt, ohne Stacheln. Die Ambulacralfurchen während der Contraction bedeckt von den Ambulacralplatten mit ihrer Bewaffnung. Ventrale Interradialfelder entwickelt mit wenigen Platten, die mit Granula bedeckt sind, jede Platte mit einer gefranzten Schwimmhaut, ebenso auf den Randplatten. Superambulacralplatten vorhanden. Keine Pedicellarien.

Literatur: **Müller u. Troschel** (375); **Möbius** (363).

1 Art: *hesperus* (Müller u. Troschel); Japan und China, im pacifischen Ocean und Südsee, lebt in der Randzone 36 m tief.

2. *Leptoptychaster* Smith 1876.

Körper abgeplattet. Arme mässig verlängert. Ventrale Interradialfelder schmal, mit wenigen Ventrolateralplatten. Dorsalseite mit Paxillen mit radförmiger Krone. Randplatten sehr kurz und bandförmig. Obere Randplatten schmäler als die unteren, mit einer hervorragenden Erhebung und besonders entwickelten Fasciolarrinnen. Adambulacralbewaffnung: Eine Anzahl divergirender Stacheln in mehreren Reihen.

Literatur: **Barrett** (22); **Sars***) (468, 470); **Sladen** (503); **Smith** (508, 509, 511); **Perrier** (402); **W. Thomson** (540).

3 Arten: *arcticus* (Sars) im atlantischen Ocean; *antarcticus* Sladen, in der Südsee, *kerguelenensis* Smith, in der Südsee.

*) Reise i Lofoten og Finmarken, Nyt Mag. f. Naturvidensk. Bd. 6, p. 161.

Diese Gattung lebt in geringen Tiefen, *kerguelenensis* 18—180 m, *antarticus* 380 m, *articus* 36—1240 m, die Sladen'sche var. *elongata* geht bis 2430 m, *kerguelenensis* ist bekannt durch die Art der Brutpflege. Zwischen den Stielen der Paxillen entwickeln sich die Eier zu den jungen Seesternen, die man ausgewachsen auf dem Mutterthier noch herumkriechend antrifft.

3. *Moiraster* Sladen 1889.

Scheibe breit, Arme mässig verlängert. Randplatten in beiden Reihen gut entwickelt, getrennt durch eine Furche. Untere Randplatten mit spatelförmigen Stacheln. Ventrale Interradialfelder breit, zahlreiche Ventrolateralplatten in quere Reihen gestellt. Rückenfläche mit Paxillen, letztere schmal, mit massigen Kronen. Bewaffnung der Adambulacralplatten: drei Furchenstacheln ein Dreieck bildend und zwei bis drei Reihen von zwei bis drei meisselförmigen Stacheln, die denen der Ventrolateralplatten ähneln. Superambulacralplatten vorhanden.

Literatur: **Bell** (28); **Sladen** (503).

1 Art; *magnificus* (Bell), St. Helena.

4. *Astropecten* Linck.

(*Stellaria* Nardo, *Asterias* Agassiz, *Crenaster* d'Orbigny).

Körper auf beiden Seiten platt niedergedrückt, Scheibe verhältnissmässig gross. Arme lang, zugespitzt von der Basis an. Randplatten gross, mit Stacheln besetzt. Die unteren Randplatten mit stachelartigen Schüppchen besetzt, die gegen den Rand sich zu langen Stacheln verlängern. Die oberen Randplatten mit Granula, Borsten oder Reihen von Stacheln besetzt. Rückenfläche mit Paxillen. Ventrale Interradialfelder klein. Adambulacralbewaffnung: je eine Reihe, äusserer und innerer Furchenstacheln und ventrale Stacheln oder Paxillen. Ventrolateralplatten in ein bis zwei kurzen Längsreihen. Pedicellarien fehlen. Kiemenbläschen einfach. Füsschen ohne deutliche Saugscheibe. After fehlt.

Literatur: **Delle Chiaje** (83); **Döderlein** (114); **Gray** (174); **Grube** (198); **Heller** (222); **Köhler** (Echinodermes, Résultats scientifiques de la Campagne du Caudan, Annales de l'univ. de Lyon, 1896, Fasc. 1. Catalogue raisonné des Echinodermes rec. p. Korotnevaux Iles de la Sonde Mém. Soc. Zool. de France 1895. Rapport prélim. sur les Echinodermes du Caudan. Rev. Biolog. du Nord de la France. T 7. 1894—95); **Lamarck** (275); **Linck** (284); **Ludwig** (302, 305, Fauna Neapel); **Lütken** (314); **O. F. Müller** (377); **Müller u. Troschel** (375); **v. Martens** (338); **Otto** (393); **Perrier** (399, Expéd. du Talisman); **Retzius** (447); **Sars** (469, 470); **Say** (476); **Sladen** (500, 503, 504); **Studer** (526); **Verrill** (549).

58 Arten: *acanthifer* Sladen, *alatus* Perrier, *alligator* Perrier, *andersoni* Sladen, *antillensis* Lütken, *arenarius* Perrier, *articulatus* Say, *aurantiacus* (Linné), *bispinosus* (Otto), *brasiliensis* Müller und Troschel, *brevispinus* Sladen, *buschii* Müller u. Troschel, *calcitrapa* Lamarck, *capensis* Studer, *ciliatus* Grube, *cingulatus* Sladen, *duplicatus* Gray, *dussumieri* Perrier, *edwardsi* Verrill, *erinaceus* Gray, *fragilis* Verrill, *formosus* Sladen, *granulatus* Müller u. Troschel,

hemprichii Müller u. Troschel, *hermatophilus* Sladen, *hispidus* Müller u. Troschel, *ibericus* Perrier, *imbellis* Sladen, *indicus* Döderlein, *irregularis* Linck, *japonicus* Müller u. Troschel, *javanicus* Lütken, *jonstoni* Delle Chiaje, *longispinus* Müller u. Troschel, *mauritianus* Gray, *mesactus* Sladden, *monacanthus* Sladen, *notograptus* Sladen, *pectinatus* Sladen, *pentacanthus* (Delle Chiaje), *peruvianus* Verrill, *petalodea* Retzius, *platyacanthus* (Philippi), *polyacanthus* Müller u. Troschel, *pontoporaeus* Sladen, *preisii* Müller u. Troschel, *regalis* Gray, *richardi* (Valencienne), *samoensis* Perrier, *schoenleinii* Müller u. Troschel, *scoparius* Valencienne, *serratus* Müller u. Troschel, *spinulosus* (Philippi), *tamilicus* Döderlein, *tiedemanni* Müller und Troschel, *triseriatus* Müller u. Troschel, *velitaris* Martens, *vestita* (Say), *zebra* Sladen, *zebra* var. *rosea* Sladen.

Die Gattung *Astropecten* ist über die ganze Erde verbreitet. Mit Ausschluss von 3 Arten: *brevispinus*, *hermatophilus*, *irregularis*, die bis 900 m tief leben, ist sie auf die Litoralzone beschränkt und liebt seichtes Wasser. Im atlantischen Ocean finden sich 22 Arten, im pacifischen 13 Arten, im indischen Ocean und Südsee 6 Arten, der Fundort der übrigen ist unbekannt. Im Mittelmeer leben 5 Arten, *auranthiacus*, *bispinosus*, *jonstoni*, *pentacanthus*, *spinulosus*, von denen Ludwig*) eine ausführliche Beschreibung gegeben hat.

5. *Psilaster* Sladen 1885.

Scheibe klein, Arme mässig lang, kräftig und an der Basis hoch, spitz zulaufend. Oberfläche der Randplatten mit Schüppchen der Granula. Obere Randplatten glatt, ohne Stacheln. Untere Randplatten mit kleinen Stacheln in Reihen, dicht anliegend. Dorsalfläche mit compacten Paxillen, auf den Seiten der Arme in quere Reihen gestellt. Ventrale Interradialfelder klein, Ventrolateralplatten zahlreich, klein längs der Arme. Adambulacralbewaffnung eine Reihe von sehr langen cylindrischen Furchenstacheln und auf der Ventralseite zwei Längsreihen von kurzen Stacheln. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Düben u. Koren** (116); **Köhler** (Annal. de l'Univers. de Lyon); **Möbius und Bütschli** (366); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, 413 Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman, Echinodermes. Paris 1894); **Sladen** (503).

5 Arten: *acuminatus* Sladen, *andromeda* (Müller u. Troschel), *cassiope* Sladen, *gracilis* Sladen, *patagiatus* Sladen.

Ps. andromeda ist eine der gewöhnlichsten Arten und wurde von Müller u. Troschel zu *Astropecten* gestellt. Die dorsalen Randplatten tragen, wie Perrier**) bestätigt, bei einzelnen Exemplaren Stacheln. Im atlantischen Ocean kommen 9 Arten vor, die fünfte *gracilis* ist auf den pacifischen Ocean beschränkt, *acuminatus* lebt in beiden. Sie leben theils in der Littoralzone, oder gehen auch, wie *acuminatus* und *andromeda*, in

*) Seesterne, 24. Monographie Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Berlin 1897.

**) Résultats scientif. de la Campagne du Caudan. Echinodermes. Paris 1896.

die continentale Zone. Nur *gracilis* wurde in der Abyssalzone bis 1500 m gefunden.

6. *Phoxaster* Sladen 1885.

Scheibe klein, Arme mässig lang, kräftig, Seitenränder hoch. Randplatten klein und hoch. Obere und untere Reihe correspondirend. Oberfläche beider Reihen bedeckt mit kurzen Papillen. Ohne Stacheln. Dorsalfläche mit Paxillen. Ventrale Interradialfelder klein, längs der Arme aber eine Reihe schmaler bandförmiger Platten, die Adambulacral- von den unteren Randplatten trennend. Alle ventralen Platten mit Paxillen. Adambulacralplatten breit und pentagonal. Bewaffnung eine Reihe von fünf kurzen paxillenförmigen Furchenstacheln, ringförmig angeordnet, und ventral zwei Längsreihen von kurzen Stacheln. Mit epiproctalem Fortsatz. Sämmtliche Stacheln mit membranösen Scheiden. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (503).

1 Art: *pumilus* Sladen, an der Ostküste der Vereinigten Staaten im atlantischen Ocean von 2230—3220 m.

7. *Bathybiaster* Danielssen und Koren 1883.

Körper flach. 5 Arme mässig lang zugespitzt. Ambulacralfurche weit, mit langen modificirten Pedicellarien längs ihrer Ränder. Ventrale Interradialfelder breit mit sitzenden Pedicellarien. Dorsalfläche mit mehr weniger runden Paxillen, Ventralfläche flach. Auf der Scheibe und dem mittleren Theil der Arme besteht das Dorsalskelett aus runden, verborgenen schuppenförmigen Platten, und auf den Seitenrändern der Arme ist es von sternförmigen schuppenartigen Platten gebildet. Obere und untere Randplatten mit Stacheln. Adambulacralplatten mit Stacheln, die mit einer Membran umgeben sind. Ambulacralfüsschen konisch zugespitzt. Zangenförmige Pedicellarien. Ohne After. Ohne dorsalen Fortsatz. Dornen auf der Ventralseite bilden modificirte Pedicellarien.

Literatur: **Danielssen u. Koren** (106, 107); **Sladen** (503); **W. Thomson** (503).

3 Arten: *loripes* Sladen, *pallidus* (Dan. u. Kor.), *vexillifer* Wyv. Thomson.

Diese Gattung wurde von Danielssen und Koren für die nordatlantische Art *pallidus* aufgestellt. Im pacifischen Ocean lebt *loripes*, die Varietät *obsca* in der Südsee (Kerguelen). Sie leben in einer Tiefe von 1350 und 2190 m.

2. Subfamilie: *Luidiinae* Sladen 1887.

Adambulacralplatten von den unteren Randplatten getrennt durch eine Reihe kleiner intermediärer Platten in den interradialen Armwinkeln. Rand- und Adambulacralplatten correspondiren in Länge und Zahl.

1. *Luidia* Forbes 1839 = *Hemicnemis* Müll. u. Trosch., *Petalaster* Gray.

Körper niedergedrückt am Rande bestachelt. Fünf oder mehr lange, schmale im Endtheil zugespitzte Arme; Scheibe verhältnissmässig klein. Paxillen auf der dorsalen Seite auf Scheibe und Armen. Ventrale Inter-

radialfelder sehr klein. Ventrolateralplatten in einer langen Längsreihe gestellt. Obere Randplatten fehlen (nach Ludwig = Randpaxillen). Untere Randplatten deutlich. Pedicellarien sitzend, zangen- bis büschelförmig. Kiemenbläschen viellappig. Ambulacralfüsschen ohne deutliche Saugscheiben.

Literatur: **Bell** (54, 55, 57); **Delle Chiaje** (84); **Danielssen u. Koren** (106); **Düben u. Koren** (116); **Forbes** (144, 145); **Gray** (174, 178); **Grieg** (190); **Heape** (218); **Heller** (222, 223); **Herdman** (226, Eight Ann. Rep. of the Liverpool Marine Biol. Comm., Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc. Vol. 9, 1895); **Koehler** (Rapport préliminaire sur les Echinodermes du Caudan, Rev. Biol. Nord France, Année 7, 1896. Résultats scientifiques de la campagne du Caudan dans le Golf de Gascogne. Echinodermes. Annales de l'Univ. de Lyon 1896, Fasc. 1); **Kükenthal u. Weissenborn** (272); **Loriol** (294); **Ludwig** (302); **Lütken** (Vidensk. Meddel. naturh. foren. Kjobenhavn for 1859, p. 42); **Martens** (338); **v. Marenzeller** (336, 337, Denkschr. d. Math. Naturw. Cl. d. K. Akad. Wien, Bd. 62); **Meissner u. Collin** (Wiss. Meeresunt. Kiel, Bd. 1); **Müller u. Troschel** (Monatsber. d. K. Akad. d. Wissensch. Berlin 1840. S. 105); **Norman** (387); **Perrier** (398, 399, 402, 409, Travailleur); **Philippi** (427); **Sars** (465); **Say** (476); **Scott** (484); **Sladen** (499, 500); **Storm** (518). **Studer** (526).

24 Arten: *africana* Sladen, *aspera* Sladen, *alternata* (Say) Lütken, *barbadensis* Perrier, *bellonae* Lütken, *brevispina* Lütken, *californica* Perrier, *chefuensis* Grube, *ciliaris* (Philippi) Gray, *clathrata* (Say) Lütken, *columbiae* (Gray) Perrier, *convexiuscula* Perrier, *elegans* Perrier, *foliata* Grube, *forficifer* Sladen, *hardwickii* (Gray) Perrier, *limbata* Sladen, *longispina* Sladen, *maculata* Müller u. Troschel, *quinaria* (Martens) Sladen, *sarsi* Düben und Koren, *savignyi* (Audouin) Gray, *senegalensis* (Lamarck) Müller und Troschel, *variegata* Perrier.

Diese Gattung ist im atlantischen Ocean mit 10, im indischen mit 3, im malayischen Archipel mit 5 und im pacifischen mit 8 Arten vertreten. *Ciliaris* von den Färöer bis ins Mittelmeer, *sarsi* vom Throndhjemfjord an der norwegischen Küste bis nach Kreta. Die meisten Arten gehören der Continental- und Litoralzone an, einige wie *sarsi* kommen auf abyssal, 1298 m, vor. Ihr Wohnort ist bald vulkanischer, bald Korallensand, bald Schlamm (vergl. Ludwig, Fauna u. Flora Neapel, Seesterne 1897).

2. *Platasterias* Gray 1871.

Körper sehr niedergedrückt, flach. Fünf flache Arme, welche nahe der Basis breiter werden, und nach den Enden zu sich verschmälern; an der Basis durch tiefe Einschnitte von einander getrennt. Armränder mit einer Reihe kurzer, dicht gestellter beweglicher Stacheln. Dorsalfläche mit queren Reihen kurzer Papillen, die mit kurzen Dornen oder Paxillen besetzt sind. Ventralfläche mit einer centralen Längsfurche auf jeder Seite parallel zur Ambulacralfurche, bedeckt mit queren Reihen von geradlinigen Furchen, jede mit Reihen von kurzen Stacheln und mit einem Büschel von gleichen Stacheln auf den Mundwinkeln. Obere Randplatten vorhanden. Adambulacralplatten durch eine Furche getrennt. Ohne Pedicellarien.

Literatur: **Gray** (179).

1 Art: *latiradiata* Gray, Mexico (Tehuantepec).

Gattung *Astrella* Perrier, mit 1 Art *Astrella simplex*, Perrier, 1882, möglicher Weise Jugendform einer *Luidia*, vielleicht von *Luidia Sarsii* (vergl. Perrier, Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman. Echinodermes, Paris, 1894).

III. Familie ***Porcellanasteridae*** Sladen (1883), emend. 1886.

Fünf Arme gewöhnlich schmal. Scheibe mehr weniger geschwollen. Randplatten in beiden Reihen schwach, blattförmig, porzellanartig, nackt oder mit einer epithelialen Membran bedeckt. Dorsalfläche mit einer Membran, mit Stacheln oder Pseudopaxillen. Eine mehr weniger lange tubenförmige epiproctale Verlängerung im Centrum der Scheibe. Ventrale Interradialfelder mit schuppenförmigen Platten, mehr weniger regulär angeordnet und bedeckt mit einer Membran. Adambulacralplatten lang, einfach, mit 1—5 Stacheln nur auf dem Furchenrande und oft ein oder mehr Reihen von Granula auf der ventralen Fläche.

Cribriforme Organe längs der verticalen Sutur, in der die Randplatten in den Armwinkeln zusammenstossen. Ambulacralfüsschen in einfachen Reihen mit konischen Enden. Madreporenplatte gewöhnlich in der Nähe der Randplatten.

Sladen errichtete im vorläufigen Bericht der Challenger-Expedition in der Familie der *Astropectinidae* eine Subfamilie der *Porcellanasterinae* für Tiefseeformen, die sich besonders durch die von ihm als *organes cribriformes* bezeichneten Organe, durch grosse Mundeckstücke, durch eine Madreporenplatte nahe am Rande der Scheibe, durch eine Reihe von Ambulacralfüsschen und besonders durch einen eigenthümlichen Fortsatz auszeichneten, der sich auf dem Rücken im Centrum der Scheibe erhebt. Perrier (413) schlug hierauf vor, die Subfamilie zum Range einer Familie zu erheben, was von Sladen (503) geschah, indem er die Familie der *Porcellanasteridae* 1889 aufstellte, die er aber wieder in zwei Subfamilien trennte, die *Porcellanasteridae* und die *Ctenodiscinae*. Zur letzteren Gruppe gehört nur eine Gattung. Die Trennung in zwei Subfamilien erscheint etwas künstlich, sodass wir sie nicht beibehalten haben. Die von Perrier aufgestellte Gattung *Caulaster*, die Sladen nur für einen jungen *Porcellanaster* hält, ist nach der neuen Darstellung Perrier's*) unzweifelhaft eine sicher begrenzte Gattung.

1. Gattung *Porcellanaster* Wyville Thomson 1877.

Fünf kurze umkehrbare Arme. Scheibe mehr weniger aufgetrieben. Randplatten wenigstens fünf. Obere Randplatten oft mit einem Stachel. Ein bis drei cribriforme Organe. Dorsalfläche mit zahlreichen kleinen Stacheln und einer Membran bedeckt. Ventrale Interradialfelder mit dünnen Platten gepflastert, mehr weniger regelmässig, gestellt, mit einer Membran

*) Echinodermes. Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman. Paris 1884. p. 203.

überzogen. Adambulacralplatten mit ein oder mehreren Stacheln. Epiproctalfortsatz gut entwickelt.

Literatur: **Perrier** (413, Echinodermes. Expéd. scientif. du Travailleur et du Talisman. Paris 1894. p. 212); **Sladen** (500, 503); **Wyv. Thomson** (541).

8 Arten: *coeruleus* W. Thomson; *caulifer* Sladen; *crassus* Sladen; *eremicus* Sladen, *gracilis* Sladen, *granulosus* Perrier, *inermis* Perrier, *tuberosus* Sladen.

Sämmtliche Arten sind Tiefseebewohner. Sie wohnen in einer Tiefe von 1500—4000 m auf Schlamm und rothem Thon. Im atlantischen Ocean wurden vier, im pacifischen drei, im malayischen Archipel eine (*caulifer*) erbeutet.

2. Gattung *Caulaster* Perrier 1882.

Körper geschwollen, mit kurzen und abgestutzten Armen, nach oben umkehrbar. Drei bis vier Randplatten, nach der Armspitze schmäler werdend. Obere Randplatten getrennt. Grosse Terminalplatten mit drei Stacheln. Adambulacralplatten mit zwei kleinen Stacheln. Ventrolateralplatten wenig zahlreich. Ein cribriformes Organ interradial gelegen auf jeder Körperseite. Dorsalskelett besteht aus fünf Bändern von kleinen interradialen Platten mit ein oder mehreren Stacheln und central gelegenen Kelchplatten (*calicinales*). Epiproctalanhang gut entwickelt.

Literatur: **Perrier** (408); **Sladen** (503).

2 Arten: *pedunculatus* Perrier (Golfe du Gascogne), *sladeni* Perrier (Côtes du Maroc).

Beide Arten sind Tiefseebewohner, leben zwischen 1435 und 2020 m.

3. Gattung: *Styracaster* Sladen 1883.
(*Machairaster* Perrier 1884).

Körperoberfläche flach oder wenig gewölbt, fünf lange gekielte Arme umkehrbar nach oben. Obere Randplatten vereinigen sich auf der Medianlinie des Armrückens und tragen lange grosse Stacheln, die in der Medianlinie stehen. Dorsalfläche aus kleinen Platten bestehend mit einer Membran bedeckt, mit einfachen Stacheln oder Pseudopaxillen besetzt. Kein epiproctaler Anhang, sondern nur eine mehr weniger kegelförmige Erhebung. Ventrale Interradialfelder mit kahlen in Reihen gestellten Platten, mit einer Membran bedeckt. Adambulacralbewaffnung aus langen nadelförmigen Stacheln bestehend. Cribriforme Organe drei bis sieben in jedem Interbrachialbogen.

Literatur: **Perrier** (410, Echinodermes. Expédit. scientif. du Talisman et du Travailleur. Paris 1894. S. 218); **Sladen** (500, 503).

4 Arten: *armatus* Sladen, *Edwardsi* Perrier, *horridus* Sladen, *spinosus* Perrier.

Die Gattung ist abyssal und wurde zwischen 3000—4000 m gefunden im pacifischen und atlantischen Ocean.

4. Gattung: *Hyphalaster* Sladen 1883.

Körper mehr weniger niedergedrückt und pentagonal. Fünf Arme, kurz, cylindrisch oder verlängert und nicht umdrehbar. Obere Randplatten, ohne Stacheln, vereinigen sich auf der Medianlinie der Rückenseite. Dorsalflächenmembran mit Pseudopaxillen. Ventrale Interradialfelder breit mit zahlreichen, in reguläre Reihen gestellten dachziegelartigen Platten. Adambulacralplatten mit drei bis fünf kurzen Stacheln. Ein konischer epiproctaler Fortsatz vorhanden. Cribriforme Organe fünf bis sieben auf jedem interbrachialen Bogen.

Literatur: **Perrier** (412. Echinodermes. Expéd. scientif. du Talisman et du Travailleur. Paris 1894. S. 227); **Sladen** (400, 503).

6 Arten: *antonii* Perrier, *diadematus* Sladen; *hyalinus* Sladen; *inermis* Sladen, *parfaiti* Perrier, *planus* Sladen.

Auch diese Gattung gehört nur der abyssalen Zone an, ihre Arten leben 3000—5000 m tief im atlantischen (*antonii, parfaiti*), im pacifischen (*innermis, hyalinus, diadematus*) Ocean, während *planus* aus der Südsee bekannt geworden ist.

5. Gattung: *Thoracaster* Sladen 1883.

Körper breit. Fünf Arme, mässig lang, cylindrisch und steif. Obere Randplatten in der Medianlinie der Arme vereinigt, eine cylindrische Umschliessung, Bedeckung für den Arm bildend. Randplatten ohne Stacheln. Dorsalfläche bedeckt mit Paxillen. Ventrale Interradialfelder breit, mit Granula oder Dornen. Adambulacralplatten mit kurzen Furchenstacheln und ventralen papillenförmigen Stacheln. Terminalplatte sehr klein. Ohne epiproctalen Anhang. Cribriforme Organe 14.

Literatur: **Sladen** (500, 503).

1 Art: *cylindratus* Sladen, aus dem atlantischen Ocean, Westküste von Afrika, 4320 m tief.

6. Gattung: *Pseudaster* Perrier 1885.

Körper etwas gewölbt, beinahe pentagonal. Arme kaum vorhanden. Randplatten unbewaffnet. Terminalplatte gross, herzförmig mit drei Stacheln. Rückenfläche granulirt, Platten ohne Stacheln. Ventralplatten ein Mosaik bildend. Adambulacralplatten mit je vier bis fünf Furchenstacheln und kleinen ventralen Stacheln. Einfache epiproctale Erhebung. Cribriforme Organe zahlreich, rudimentär.

Literatur: **Perrier** (412, Echinodermes. Expéd. scientif. du Traivailleur et du Talisman. Paris 1894. S. 235).

1 Art: *cordifer* Perrier im atlantischen Ocean nördlich von den Azoren 4060 m tief.

7. Gattung: *Ctenodiscus* Müller u. Troschel 1842.
= *Anodiscus* Perrier 1869.

Körper platt, fast pentagonal. Randplatten glatt, setzen sich auf der Bauchseite in transversale Schienen fort, die aus Schuppen bestehen.

Dorsalfläche mit Paxillen besetzt. Dorsal- und Ventralplatten an ihrem oberen Rande mit einer Reihe Stacheln. Mit einfachen cribriformen Organen auf den Rändern der Randplatten.

Literatur: **Dewhurst** (Nat. Hist. of the Order Cetacea . . . p. 283); **Düben** und **Koren** (116); **Gray** (174); **Linck** (284); **Lütken** (317); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (398, 399); **Retzius** (448); **Sladen** (503).

3 Arten: *australis* Lütken, *corniculatus* (Linck) Perrier, *procurator* Sladen.

Die Arten leben in einer Tiefe von 12—1080 m, nur *procuratur* wurde zwischen 72 und 2385 m angetroffen. Die letztere Art kommt an der Westküste von Süd-Amerika, die übrigen im atlantischen Ocean, *cornulatus* wurde von Sars (470) fossil im Postpliocän der Glacialformation bei Christiania gefunden.

IV. Familie ***Pentagonasteridae*** Perrier 1884.

Körper abgeplattet, fünf Arme oft derartig verkürzt, dass der Körper ein Pentagon mit geradllinigen Seiten wird. Randplatten sehr gut entwickelt, grösser als die Adambulacralplatten, mit Granula oder schuppenartigen Stacheln oder isolirten Stacheln verschiedener Form. Dorsalskelett (Kiel- und Kelchplatten) wie die Dorsolateralplatten vieleckig, gerundet oder sternförmig, nackt, granulirt oder zu kurzen Paxillen entwickelt. Dorsolateralplatten gewöhnlich in parallelen Reihen angeordnet. Ventrolateralplatten zahlreich, polygonal, mosaikartig gestellt, mit Granula oder kurzen Stacheln besetzt. Ambulacralfüsschen zweireihig, gewöhnlich cylindrisch mit Saugscheibe. After stets vorhanden, oft durch Paxillen verdeckt. Kiemenbläschen isolirt.

1. Subfamilie: *Astrogoniinae* Perrier 1894.

Rückenfläche mit Paxillen. Mundeckstücke kräftig, hervorspringend. Ventrale und untere Randplatten mit Granula und Stacheln.

1. *Astrogonium* emend. Perrier 1885.

= *Pseudarchaster* Sladen 1885, *Aphroditaster* Sladen 1885.

Körper mehr weniger pentagonal. Arme mittellang, an der Basis breit. Adambulacralplatten mit einem Kreis von Stacheln, die auf dem Furchenrand stehenden länger und schlank, ausserdem ein oder zwei lange, konische Subambulacralstacheln zahlreich. Obere Randplatten auf den Armen nicht einander berührend, sondern in der ganzen Länge getrennt. Ventrolateralplatten in Reihen gestellt wie die unteren Randplatten mit Granula und oft mit Stacheln bedeckt. Obere Randplatten mit Granula und streifenförmigen Pedicellarien. Paxillen der Rückenfläche polygonal. Ambulacralfüsschen zweireihig.

Literatur: **Perrier** (413, Expéd. scientif. du Travailleur et du Talisman, 1894, p. 338); **Sladen** (503, Narr. Chall. Exped.).

10 Arten: *annectens* Perrier, *aphrodite* Perrier, *discus* (Sladen), *fallax* Perrier, *gracile* (Sladen), *hystrix* Perrier, *intermedium* (Sladen), *necator* Perrier, *patagonicum* Perrier, *tessellatum* (Sladen).

Die 10 Arten vertheilen sich auf den atlantischen Ocean, auf den pacifischen 2. Sie gehören theils der continentalen, theils der litoralen Zone an; nur *fallax* ist abyssal, 1200—2200 m.

Die Arten der beiden von Sladen aufgestellten Gattungen, die er bei den *Archasteriden* einreihte, lassen sich ohne Zwang der Gattung *Astrogonium* im Perrier'schen Sinne einordnen, welcher Eintheilung wir uns anschliessen.

2. *Paragonaster* Sladen 1885.
Goniopecten (pars) Perrier 1881.
Astrogonium (pars) Perrier 1885.

Körper abgeplattet, in der Form eines Pentagons, dessen Ecken sich in sehr lange Arme verlängern, die sich von ihrer Basis an verjüngen. Adambulacralplatten der zwei letzten Drittel der Arme rectangulär, eingefasst von einem Kreis von Stacheln, von denen etliche länger und schlanker sind und auf dem freien Rande stehen. Ein oder zwei subambulacrale lange konische Stacheln. Obere Randplatten getrennt von denen der Gegenseite der Arme durch eine einfache Reihe von quadratischen Platten (Carinales). Randplatten ebenso wie die medioradiale Reihe der Abactinalplatten (Kielplatten, carinales) granulirt. Untere Randplatten mit einer queren Reihe von schmalen Dornen. Dorsalseite der Scheibe mit hexagonalen Platten mehr weniger paxilliform. Kiemenbläschen isolirt, auf den Ecken der Platten.

Literatur: **Perrier** (399, 405, 410, 413); **Sladen** (503).

5 Arten: *cylindratus* Sladen, *ctenipes* Sladen, *elongatus* (Perrier), *strictus* Perrier, *subtilis* (Perrier).

Diese Gattung bewohnt den atlantischen Ocean und die Südsee (*ctenipes*). Mit Ausnahme von *ctenipes*, welche Art in 260 m Tiefe lebt, leben die Arten in Tiefen von 2000 bis über 4000 m.

3. *Mediaster* Stimpson.

Obere Randplatten getrennt durch Reihen von Paxillen. Randplatten breit. Dorsolateral- und Kielplatten auf den Armen vorhanden. Rückenplatten schmal, Paxillen. Klappenförmige Pedicellarien.

Literatur: **Stimpson** (517).

1 Art: *aequalis* Stimpson, im nordpacifischen Ocean (San Francisco) auf die litorale Zone beschränkt.

4. *Dorigona* Gray 1866.
Pentagonaster (S. g. *Dorigona*) Perrier 1875.
Pentagonaster (pars) Perrier 1884.
Nymphaster Sladen 1885.

Körper niedergedrückt, mit fünf langen, schlanken zugespitzten Armen. Ambulacralbewaffnung in Längsreihen gestellt. Obere Randplatten berühren sich auf der Armoberfläche. Untere Randplatten granulirt ohne Stacheln. Ventrolateralplatten granulirt, oft in Reihen gestellt.

Paxillen polygonal, sich berührend, wenig hervorspringend. Pedicellarien vorhanden.

Literatur: **Gray** (178); **Koehler** (Rev. Biol. du Nord de la France, T. 7); **Perrier** 399, 409, 410, 413, Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman. Paris 1894); **Sladen** (503); **Studer** (526).

12 Arten: *albida* Sladen, *alexandri* Perrier, *arenata* Perrier, *basilia* Sladen, *bipuncta* Sladen, *iacqueti* Perrier, *moebii* (Studer), *prehensilis* Perrier, *protenta* Sladen, *subspinosa* Perrier, *symbolica* Sladen, *ternalis* Perrier.

Sie bevölkern den atlantischen Ocean, den indischen (*moebii*), den malayischen und den südpacifischen Ocean (*bipuncta*), und gehören der litoralen, continentalen und abyssalen Zone an.

5. Gattung: *Rosaster* Perrier 1894.

Pentagonaster (*pars*) Perrier 1881 u. 1884.

Fünf sehr kurze Arme. Adambulacralstücke am Rande geradlinig, mit einer zur Ambulacralfurche parallelen Reihe von Furchenstacheln, von denen einer oder zwei länger und dicker sind als die Ambulacralstacheln. Ventrolateralplatten grösser als die Adambulacralien mit Granula versehen. Obere Randplatten mit den unteren correspondirend, nur letztere mit hervorragender Granula bedeckt. Rückenseite mit Paxillen, die stark hervorspringen. Kiemenbläschen gleichmässig auf der Rückenseite vertheilt, ausser in den Interradien. After deutlich. Ohne Pedicellarien. Ambulacralfüsschen klein.

Literatur: **Perrier** (405, 410, Exped. scientif. du Travailleur).

1 Art: *alexandri* Perrier, Golf von Mexico und Antillenmeer.

2. Subfamilie: *Pentagonasterinae* Perrier 1894 (non sensu Sladen 1888).

Ventralplatten nackt oder mit Granula, oft mit Stacheln besetzt. Rückenplatten leicht convex, nackt oder mit Granula, ohne Paxillen.

1. Gattung: *Phaneraster* Perrier 1894.

Körper pentagonal platt, an den Seiten tief ausgeschweift. Adambulacralplatten rechteckig, mit zwei oder drei cylindrischen Adambulacralstacheln, zwei Reihen von Stacheln auf der ventralen Fläche, und eine Reihe Granula parallel zur Ambulacralfurche. Ventrolateralplatten gross, polygonal, mit grossen Granula bedeckt, von denen ein oder zwei central hervorragen. Obere Randplatten correspondiren mit den unteren, zahlreich, nackt, convex, von einer Reihe Granula eingefasst. Sämmtliche Rückenplatten mit abgeplatteten Granula bedeckt, Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Linck** (284); **Lamarck** (275); **Gray** (174); **v. Martens** (338); **Sladen** (268); **Perrier** (388, Travailleur); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, Expéd. du Travailleur); **Sladen** (403)! **Verrill** (551).

1 Art: *semilunatus* (Linck); diese von Müller u. Troschel als *Astrogonium cuspidatum* beschriebene Art findet sich in den europäischen Meeren, Cap Verdischen Inseln.

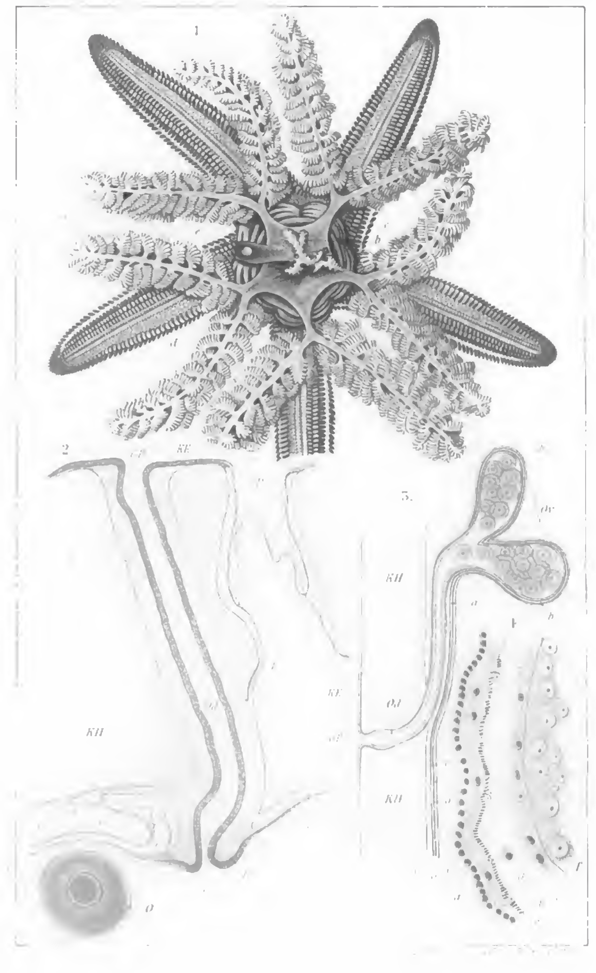
Erklärung von Tafel V.

Asteroidea; Verdauungsorgane, Geschlechtsorgane.

Fig.

1. Verdauungsorgane von *Asterias rubens* L., nach Wegnahme der Rückenwand des Körpers; $^1/_1$. *a* radiale Blinddärme, *b* interradiale Blinddärme, *c* Magen, *d* After, *e* Madreporenplatte.
2. Schnitt durch den Eileiter und seine Mündung in den Eierstock von *Echinaster purpureus* (Gray); $^{85}/_1$. *KE* Körperepithel, *GP* Genitalporus, *Od* Oviduct, *KH* Körperhaut, *L* Leibeshöhle, *P* Papula, *Of* mit Keimfleckhaufen, *a* längsfaserige Wandschicht des Oviductes, *b* Uebergangsstelle der Eileiterwand in die Eierstockswand, *d* Genitalstrang des Blutgefässsystemes, *e* Pseudohämalkanal des Genitalstranges, *f* Blutsinus der Eierstockswand.
3. Schema über die Beziehungen zwischen Eileiter, Eierstock, Genitalstrang und Pseudohämalkanal des letzteren bei *Asterina exigua* (Lam.). Der Eileiter führt in das Lumen des Eierstocks, der Pseudohämalkanal begleitet den Genitalstrang bis zur Basis des Eierstocks, um dort blind zu endigen, während der Genitalstrang sich in den Blutsinus der Eierstockswand fortsetzt. *GP* Genitalporus, *Od* Oviduct, *Ov* Ovarium, *KE* Körperepithel, *KH* Körperhaut, *a* Genitalstrang, *b* Blutsinus der Ovarialwand, *c* Pseudohämalkanal des Genitalstranges.
4. Längsschnitt durch einen jungen Genitalschlauch von *Asterias rubens* L., stark vergrössert. *a* äusseres Epithel, *b* äussere, *c* innere Lamelle der Bindegewebsschicht, *d* Blutsinus, *e* Ringmuskelfasern, *f* Keimepithel.

Fig. 1 nach Müller und Troschel (375); Fig. 2 und 3 nach Ludwig (299); Fig. 4 nach Hamann (212).



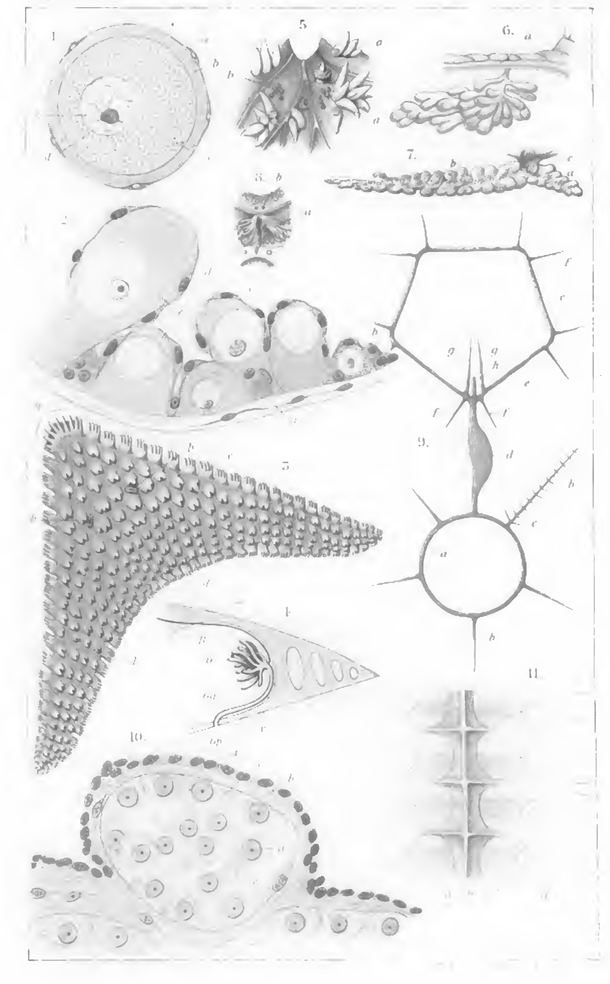
Erklärung von Tafel VI.

Asteroidea; Geschlechtsorgane, Blutgefässsystem, Pseudohämalräume.

Fig.

1. Unreifes Eierstocksei von *Asterias glacialis* O. F. Müll., stark vergrössert. *a* Follikelzellen, *b* Gallerthülle (*Zona pellucida*), *c* Dotter, *d* Keimbläschen, *e* Keimfleck
2. Eibildung von *Asterias rubens* L., aus einem Ovarialschlauch eines jungen Thieres, stark vergrössert. *a* Ovarialwand, *b* Zellen des Keimepithels, *c* und *d* Follikelzellen, *e* junge Eizellen.
3. Ein ventrales Interradialfeld von *Asterina gibbosa* (Penn.), um die Lage der Genitalöffnungen zu zeigen; $^{3}/_{1}$. *a* Mundecke, *b* Genitalöffnungen, *c* Adambulacralplatten, *d* Randplatten.
4. Schema über die Lage der Genitalorgane bei *Asterina gibbosa* (Penn.). *Gp* Genitalporus, *Gg* Genitalgang, *G* Genitalschläuche, *B* Genitalstrang, *d* dorsale, *v* ventrale Körperwand.
5. Interradialgegend von *Asterias gracialis* O. F. Müll., mit den Genitalöffnungen. *a* Papulä, *b* Genitalöffnungen.
6. Hoden und Genitalöffnung *a* von *Echinaster sepositus* (Lam.).
7. Genitalorgan von *Ophidiaster chinensis* Perrier. *a* adoraler, *b* aboraler Theil desselben, *c* Befestigungsstelle an die Körperwand.
8. Genitalorgane von *Asterina wega* Perrier. *a* Genitalbüschel, *b* Genitalporus.
9. Schema über die Anordnung des Blutgefässsystemes. *a* der ovale Ring, *b* Radialstränge, *c* Zweige zu den Füsschen, *d* das Septalorgan, *e* der aborale Ring, *f* Genitalstränge, *g* Darmstränge, *h* dorsale Endigung des Septalorgans.
10. Stück eines Querschnittes des Septalorganes von *Asterias rubens* L., stark vergrössert. *a* äusseres Epithel, *b* Bindegewebsschicht, *c* inneres Epithel, *d* freie Innenzellen, *e* Lumen.
11. Das Septum des radialen Pseudohämalkanales aus einem Horizontalschnitt durch die Armrinne von *Asterias rubens*, von der ventralen Seite gesehen; $^{25}/_{1}$. *a* das horizontale, *b* das vertikale Septum, *c* die unteren Quermuskeln der Armwirbel, *d* seitliche Theile der Armwirbel.

Fig. 1 nach O. Hertwig (229); Fig. 2 und 10 nach Hamann (212); Fig. 3, 4, 9 und 11 nach Ludwig (301 u. 299); Fig. 5, 6, 7 und 8 nach Cuénot (93).



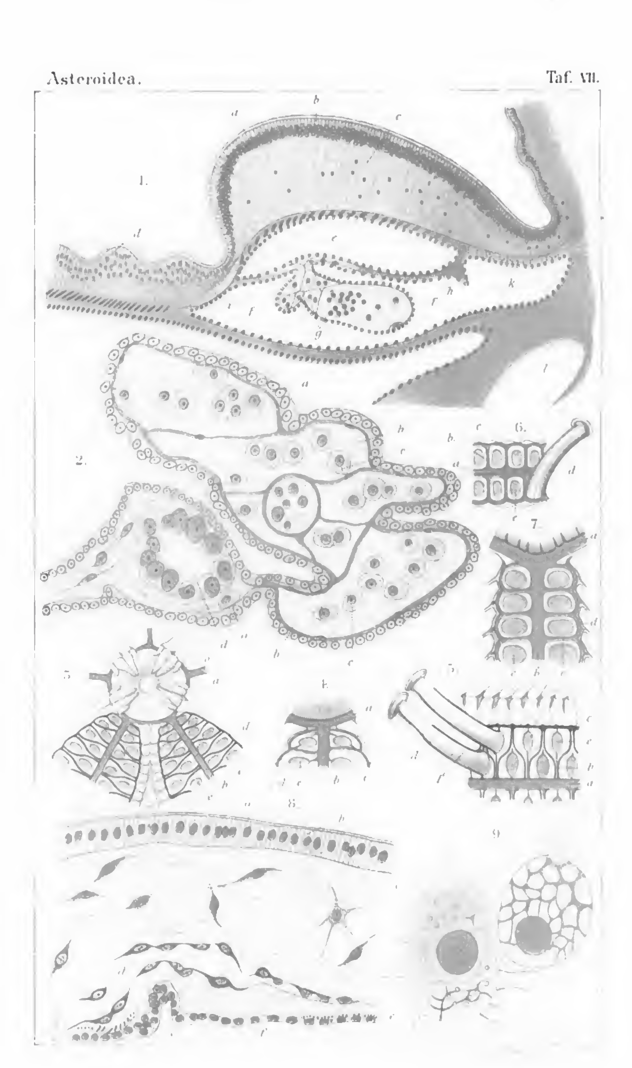
Erklärung von Tafel VII.

Asteroidea; Blutgefässsystem, Pseudohämalräume, Kanalsystem der Haut.

Fig.

1. Vertikalschnitt durch die Mundumgebung von *Asterias glacialis* O. F. Müll.; $^{100}/_1$. *a* Cuticula, *b* Zellenschicht, *c* Faserschicht des Ringnerven, *d* Epithel der Mundhaut, *e* äusserer ovaler Pseudohämalring, *f* innerer ovaler Pseudohämalring, *g* ovaler Blutgefässring, *h* Septum, *i* und *k* Lange'sche Nerven (= Cuénot's tiefliegende Nerven), *l* Lumen des Wassergefässringes.
2. Querschnitt durch den aboralen Blutring von *Asterias rubens* L.; stark vergrössert. *a* äusserer Zellbelag, *b* Blutflüssigkeit, *c* Blutzellen, *d* Hamann's „excretorischer Kanal".
3. Radiale Pseudohämalräume von *Asterias glacialis* O. F. Müll. *a* äusserer ovaler Pseudohämalring, *b* radialer Pseudohämalkanal, *c* Seitenzweige desselben, *d* seitlicher Längskanal, der die Seitenzweige aufnimmt, *e* Füsschenbasen, *o* Mund.
4. Anfang des radialen Pseudohämalkanals, ebendaher; $^{2}/_1$. *a*, *b*, *c*, *d*, *e* wie in Fig. 3.
5. Pseudohämalkanäle der Füsschen von *Asterias glacialis* O. F. Müll.; $^{2}/_1$. *a* radialer Pseudohämalkanal, *b* Seitenzweige, *c* seitlicher Längskanal, *d* Füsschen, *f* bei beiden pseudohämalen Kanälchen des Füsschens, *e* Füsschenbasen.
6. Radiale Pseudohämalkanäle von *Echinaster sepositus* (Lam.); *a*, *b*, *c*, *e* wie in Fig. 5, *d* das pseudohämale Kanälchen des Füsschens.
7. Radiale Pseudohämalkanäle von *Astropecten aurantiacus* (L.). *a*, *b*, *c*, *d*, *e* wie in Fig. 3.
8. Vertikalschnitt durch die Rückenwand eines jungen Seesternes (*Asterias rubens*) mit beginnendem Hauptkanalsystem; stark vergrössert. *a* Cuticula, *b* äusseres Körperepithel, *c* Cutis, *d* Hautkanal, *e* Längsmuskelfasern, *f* Leibeshöhlenepithel.
9. Zwei Zellen aus der Leibeshöhlenflüssigkeit von *Asterias rubens* L.; stark vergrössert.

Fig. 1 nach Cuénot (99); Fig. 2, 8 und 9 nach Hamann (212); Fig. 3—7 nach Cuénot (93).



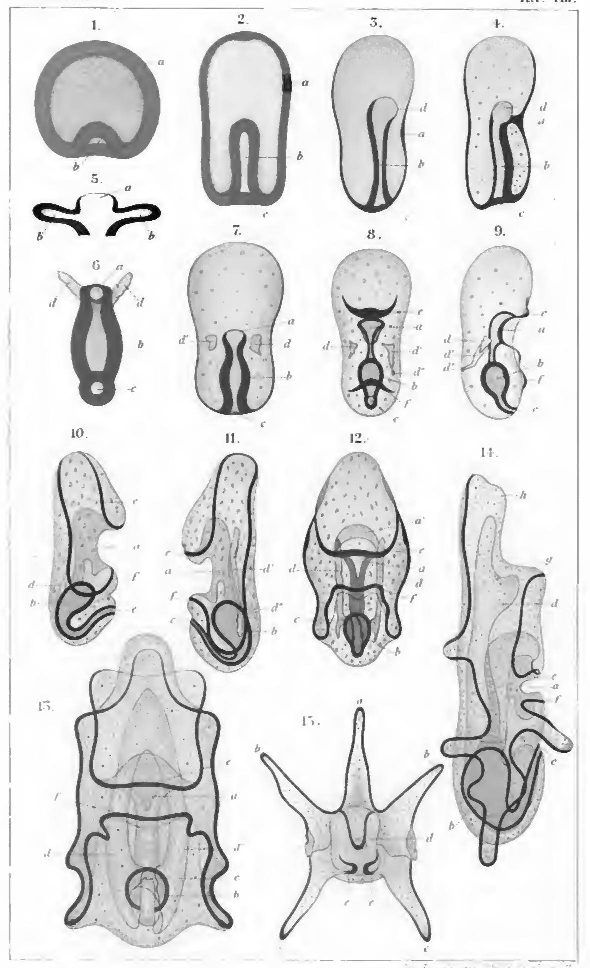
Erklärung von Tafel VIII.

Asteroidea; Entwicklungsgeschichte.

Fig.

1. Blastosphaera mit beginnender Invagination. *a* Ektoderm, *b* Entoderm.
2. Gastrula. *a* Ektoderm, *b* Urdarm, *c* Urmund (Blastoporus), später After der Larve.
3. Gastrula im Profil. *a* Stelle, wo der Larvenmund *a* entsteht, *d* Endabschnitt des Urdarmes = Larvenmagen.
4. Weiter entwickeltes Stadium mit Larvenmundöffnung.
5. Endabschnitt des Urdarmes. *b* die paarigen seitlichen Ausstülpungen, Enterohydrocölsäcke.
6. Urdarm von vorn. *d* Enterohydrocölsäcke (Lateraltaschen), *a* Mund, *c* After.
7. Embryo mit den beiden Enterohydrocölsäcken (Vasoperitonealsäcken). *d*, *d'* die vom Urdarm abgelöst sind.
8. Vorderansicht der Larve. *e*, *f* Anlage des vorderen und hinteren Quersaumes der Wimperschnur, *b* Mitteldarm, *d'* Anlage des Hydrocöls (Wassergefässsystem), *d''* Rückenporus.
9. Dieselbe Larve von der Seite. *d* rechte Enterocölblase, *d'* Hydrocölblase.
10. Seitenansicht eines späteren Stadiums. *a* die Mundöffnung, *e* präoraler, *f* postoraler Fortsatz der Wimperschnur.
11. Eine 6 Tage alte Larve von der rechten Seite. *d'* Hydrocölschlauch, *d''* Porencanal mit Rückenporus, *b* Oesophagus, *c* After.
12. Dieselbe Larve von vorn. *a'* Mundtasche
13. Späteres Larvenstadium, *Bipinnaria*, von vorn. *e* vorderer, *f* hinterer Quersaum der Wimperschnur.
14. Seitenansicht eines späteren Stadiums. *h* Brachiolariafortsatz.
15. *Bipinnaria* (*Brachiolaria*) von der Dorsalseite. *a* dorsaler Medianfortsatz, *b* vordere Dorsalfortsätze, *c* präorale Fortsätze, *d*, *e* Brachiolararme.

Sämmtliche Figuren nach A. Agassiz (5). Fig. 1—12 *Asterias berylinus*, Fig. 13—15 *Asterias pallidus*.


1.
2.
3.
4.
5.
6
7.
8.
9.
10.
11.
12.
14.
13.
15.

2. Gattung: *Pentagonaster* Linck.

Körper abgeflacht, pentagonal mit mehr oder weniger ausgezogenen Ecken. Alle Platten der Rücken- wie Bauchfläche mit Granula bedeckt. Adambulacralplatten mit prismatischen Stacheln und zwei oder drei Reihen von Granula auf der Ventralfläche, parallel zur Ambulacralfläche. Ventrolateralplatten polygonal, zahlreich, mosaikartig angeordnet. Obere Randplatten correspondiren mit den unteren in Gestalt und Lage. Pedicellarien, wenn vorhanden, klappenförmig. Kiemenbläschen fehlen oft auf den fünf Interradien. After deutlich, von Kalkpapillen umgeben. Ambulacralfüsschen zweireihig, mit deutlicher Saugscheibe.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist. 1893); **Barrett** (22); **Bell** (44); **Carus** (82); **Gray** (174, 178); **Gmelin** (165); **Gasco** (155); **Heller** (221); **Koehler** (Rev. Biol. du Nord de la France, T. 7, 1894—95. Annales de l'Univ. de Lyon [Campagne du Caudan] Fasc. 1, 1896.) **Linck** (284); **Loriol** (Arch. Mus. Lyon 6); **Ludwig** (Seesterne, Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, 1897); **Lütken** (Vid. Meddel. Nat. For. Kjobenhavn, 1890); **v. Marenzeller** (333, 336, 337; Denkschriften d. Kais. Akad. d. Wiss Bd. 62, Math. nat. Kl., 1895); **v. Martens** (338); **Müller u. Troschel** (375, 377); **Perrier** (399, 413); **Sladen** (503, P. R. Irish Ac. Ser. 3, 1); **Verrill** (551, Americ. Journ. Sc. Vol. 49).

41 Arten: *affinis* Perrier, *auratus* (Gray) Perrier, *arcuatus* Sladen, *affinis* Perrier, *astrologorum* Müller u. Troschel, *australis* (Gray) Perrier, *austrogranularis* Perrier, *belli* Studer, *bourgeti* Perrier, *chantrei* Loriol, *dentatus* Perrier, *deplasi* Perrier, *Dübeni* Gray, *fonki* (Philipp) Perrier, *grandis* Gray, *grenadensis* Perrier, *gosselini* Perrier, *granularis* Retzius, *gunni* Perrier, *haesitans* Perrier, *hystricis* v. Marenz, *investigatoris* Alcock, *iaponicus* Sladen, *inaequalis* Gray, *kergroheni* Koehler, *lepidus* Sladen, *magnificus* (Müller u. Troschel), *minor* Koehler, *mirabilis* Perrier, *nobilis* Müller u. Troschel, *parvus* Perrier, *patagonicus* Sladen, *picteti* Loriol, *planus* Verrill, *pulvinus* Alcock, *perrieri* Sladen, *placenta* (Müller und Troschel), *pulchellus* Gray, *ruber* Gray, *tubercularis* Gray, *tuberculatus* (Gray) Perrier, *vincenti* Perrier.

Die Arten dieser Gattung gehören meist der continentalen und abyssalen Zone an. Sie leben in einer Tiefe von 45—2400 m im atlantischen, pacifischen und indischen Ocean und in der Südsee. Zwei Arten *placenta* und *hystricis* sind im Mittelmeer heimisch. Eine erschöpfende Beschreibung von beiden gab Ludwig (Monographie der Seesterne in Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 1897).

3. Gattung: *Iconaster* Sladen 1889.

Scheibe regulär fünfeckig, flach. Armwinkel sehr stumpf abgerundet. Die oberen Randplatten berühren sich in der ganzen Armlänge. Adambulacralbewaffnung aus kurzen eckigen Körnern bestehend, die so dicht wie kleine Schuppen stehen. Dorsalplatten nackt. Auf einzelnen Rückenplatten zweiklappige Pedicellarien.

Literatur: **Bell** (38); **Dujardin u. Hupé** (117); **Lütken** (314); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France, 1895); **Möbius** (363); **Sladen** (503).

1 Art: *Iconaster longimanus* (Möbius) Sladen, Percy Island, Prince of Wales Channel, lebt litoral.

4. Gattung: *Chitonaster* Sladen 1885.

Körper sternförmig, mit fester convexer Scheibe und kurzen abgestutzten Armen. Rückenfläche mit Platten, die mit einer gleichmässigen Haut überdeckt sind. Jede Platte mit einem kurzen Stachel oder Tuberkel. Randplatten mit einer Haut bedeckt, die oberen mit zwei kurzen cylindrischen Stacheln; die unteren mit zwei oder drei ähnlichen Stacheln, transversal zur Armaxe gestellt. Adambulacralbewaffnung besteht aus drei breiten, cylindrischen, abgestumpften Stacheln, die rechtwinklig in einer Linie zur Ambulacralfurche stehen. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (Narr. Chall. Exped., 503).

1 Art: *cataphractus* Sladen, Südsee in 3550 m Tiefe.

5. Gattung: *Calliderma* Gray.

Körper flach, Arme verlängert. Randplatten breit, granulirt, alternirend. Untere Randplatten mit Stacheln. Rückenplatten und Platten der Bauchfläche granulirt, letztere mit einem, seltener zwei, centralen beweglichen spitzen Stachel. Adambulacralbewaffnung besteht aus 14 bis 16 Stacheln in einem Kreise, und zwei bis drei Reihen grosser beweglicher Stacheln auf der Ventralfläche.

Literatur: **Gray** (178).

1 Art: *emma* Gray, Japan (?).

6. Gattung: *Anthenoides* Perrier 1884.

Körper pentagonal, mit verlängerten Armen. Ventralfläche mit polygonalen Platten, Dorsalfläche netzförmig, bedeckt mit einer granulirten Haut. Untere Randplatten kräftig granulirt. Ventralplatten granulirt mit klappenförmigen Pedicellarien. Adambulacralbewaffnung besteht aus einem Kamm von 7 Stacheln, eine zweite Reihe von 3 dickeren und kürzeren Stacheln und den Pedicellarien.

Literatur: **Perrier** (410); **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist. 1893).

2 Arten: *peircei* Perrier, *sarissa* Alcock, Nordatlant. Ocean, Andaman See.

3. Subfamilie: *Goniodiscinae*.

Rückenfläche mit sternförmigen flachen Platten.

1. Gattung: *Goniodiscus* Müller u. Troschel 1842 emend. Perrier.

Körper pentagonal scheibenförmig, auf beiden Seiten platt. Randplatten gross, gekörnt. Bauch- und Rückenfläche getäfelt, granulirt. Dorsalplatten nackt, zwischen einander grosse Zwischenräume zum Durchtritt der Kiemenbläschen lassend. After subcentral.

Literatur: **Gray** (178); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France 1895); **de Loriol** (294); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (410, Talisman); **Philippi** (430).

11 Arten: *articulatus* (Linné) de Loriol, *cuspidatus* (Lamarck) Müller u. Troschel, *forficulatus* Perrier, *gracilis* Gray, *granuliferus* (Gray) Perrier, *pedicellaris* Perrier, *penicillatus* Philippi, *pleyadella*

(Lamarck) Müller u. Troschel, *sebae* Müller u. Troschel, *seriatus* Müller u. Troschel, *studeri* de Loriol.

Die Arten dieser Gattung leben litoral höchstens bis 320 m tief im indischen, malayischen, pacifischen und atlantischen Ocean.

2. Gattung: *Ogmaster* v. Martens 1865.

Die fünf innersten Bauchplatten an ihrer adoralen Seite tief gespalten. Untere Randplatten ohne Stacheln. Rückenfläche mit einer granulirten Haut überzogen.

Literatur: **Gray** (178); **Lütken** (314, 316); **v. Martens** (338); China (?).

1 Art: *capella* (Müller u. Troschel) v. Martens.

3. Gattung: *Stellaster* Gray 1840.

Goniaster (subg. *Stellaster*) v. Martens.
Pentagonaster (subg. *Stellaster*) Perrier.

Körper abgeplattet, pentagonal, mit sechsseitigen Platten. Rückenfläche mit einer granulirten Haut überzogen. Untere Randplatten mit abgeplatteten beweglichen Stacheln. Adambulacralbewaffnung in zwei Reihen gestellt.

Literatur: **Gray** (174, 178); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France 1895); **Möbius** (363); **Müller u. Troschel** (375); **Retzius** (448); **Studer** (526); **Sladen** (503).

6 Arten: *equestris* (Retzius) Müller u. Troschel, *granulosus* Perrier, *incei* Gray, *princeps* Sladen, *squamulosus* (Studer), *tuberculosus* v. Martens.

V. Familie: ***Antheneidae*** Perrier 1884.

Rückenskelett netzförmig, mit Granula oder Tuberkeln, oft mit einer Membran bedeckt. Randplatten stark, mit Granula oder Tuberkeln. Ventralplatten jede mit einem oder mehreren grossen klappenförmigen Pedicellarien.

1. *Anthenea* Gray 1840.

Hosia (*pars*) Gray, *Goniodiscus* (*pars*) Müller u. Troschel.
Goniaster (*pars*) v. Martens.

Körper pentagonal mit fünf Armen, mit Tuberkeln besetzt. Randplatten würfelförmig. Ventralskelett gebildet von polygonalen Platten. Rückenskelett bedeckt mit einer granulirten Haut.

Literatur: **Döderlein** (Semon, Zool. Forschungsreisen in Australien, 1896); **Gray** (174, 175, 178); **Lamarck** (275); **Lütken** (314); **v. Martens** (338); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, 400, 410); **Whitelegge** (Austral. Mus. Sydney, Mem. 3, 1897).

7 Arten: *acuta* Perrier, *articulata* Perrier, *flavescens* (Gray) Perrier, *grayi* Perrier, *pentagonula* (Lamarck) Perrier, *tuberculosa* Gray, *peircei* Perrier.

Leben im indischen, malayischen und pacifischen Ocean ausschliesslich litoral.

2. *Hippasteria* Gray 1840.

Goniaster (*pars*) Agassiz, *Astrogonium* (*pars*) Müller und Troschel.

Körper vier- bis fünfarmig, platt mit Platten getäfelt die einen breiten centralen Tuberkel tragen.

Literatur: **Barrett** (22); **Forbes** (145, 146); **Gray** (174, 178); **Linck** (284); **Linnée** (286); **Müller u. Troschel** (375); **Norman** (387); **Parelius** (395); **Sladen** (503); **Verrill** (558).

1 Art: *plana* (Linck) Gray im nordatlantischen Ocean litoral.

VI. Familie: ***Pentacerotidae*** (Gray) Perrier emend. 1884.

Körper plump. Dorsalskelett netzförmig gekörnelt oder von einer lederartigen Haut überzogen. Ventralplatten mit kleinen klappenförmigen Pedicellarien oder ohne dieselben. Obere Randplatten oft kleiner als die unteren.

1. *Pentaceros* Linck 1733.

Pentaceros Schulze, *Goniaster* (*pars*) Agassiz, *Pentaceros* Gray, *Oreaster* Müller u. Troschel.

Körper sternförmig. Rückenseite der Scheibe und Arme mehr oder weniger bergartig erhoben, Arme auf der Mitte kielartig gewölbt. Randplatten wie sämmtliche Platten mit Granula, oft zugleich mit Tuberkeln, die stachelartig werden können. Obere Randplatten schmal.

Literatur: **A. Agassiz** (3); **L. Agassiz** (10); **Bell** (38); **Dujardin u. Hupé** (117); **Döderlein** (Semon, Zool. Forschungsreisen in Australien, 1896); **Gray** (174, 175, 178); **Koehler** (Mém. Soc Zool. de France, 1895); **de Loriol** (294); **Linnée** (286); **Lütken** (314, 316); **Linck** (284); **v. Martens** (338, 341); **Michelin** (353); **Möbius** (365); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, Travailleur); **Sladen** (503); **Sluiter** (507, Bijd. tot d. Dierk. 17); **Studer** (526); **Verrill** (549, 550).

35 Arten: *affinis* Müller u. Troschel, *alveolatus* Perrier, *australis* Lütken, *belli* de Loriol, *caledonicus* Perrier, *callimorphus* Sladen, *carinatus* Müller u. Troschel, *chinensis* Gray, *cumingi* Gray, *decipiens* Bell, *dorsatus* (Linné) Perrier, *forcipulosus* Lütken, *gracilis* Lütken, *granulosus* Gray, *grayi* Bell, *hedemanni* Lütken, *hiulcus* Linck, *luetkeni* Bell, *mammilatus* (Audonin) Perrier, *muricatus* Linck, *muelleri* Bell, *nodulosus* Perrier, *occidentalis* Verrill, *orientalis* Müller u. Troschel, *productus* Bell, *productus* var. *tuberata* Sladen, *regulus* (Val.) Müller und Troschel, *reinhardti* Lütken, *reticulatus* Linck, *sladeni* de Loriol, *superbus* Möbius, *thurstoni* Bell, *troscheli* Bell, *tuberculatus* Müller und Troschel, *turritus* Müller u. Troschel, *valvulatus* Müller u. Troschel, *verrucosus* Müller u. Troschel, *westermanni* Lütken.

Die Arten sind sämmtlich litoral, leben im atlantischen, indischen und pacifischen Ocean, ebenso im malayischen Archipel, fehlen aber in der Südsee.

2. *Nidorellia* Gray 1840.

Pentaceros, U.-Gatt. *Nidorellia* Gray.

Körper pentagonal, Arme nicht kielförmig gewölbt, kurz, breit. Rückenseite convex, mit beweglichen Stacheln. Obere Randplatten breit. Randplatten correspondirend. Breite Porenfelder.

Literatur: **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Lütken** (313, 314, 317); **Möbius** (363); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399); **Verrill** (549).

2 Arten: *armata* (Gray) Verrill; *michelini* Perrier. Leben litoral im pacifischen Ocean.

3. *Amphiaster* Verrill.

Körper sternförmig. Mit Stacheln. Randplatten irregulär und nicht correspondirend. Poren oder sehr schmale Porenfelder.

Literatur: **Verrill** (551).

1 Art: *insignis* Verrill im nordpacifischen Ocean litoral.

4. *Pentaceropsis* Sladen 1889.

Körper abgeplattet, Rückenseite gewölbt. Dorsalplatten irregulär, breit, mit ungranulirten Tuberkeln. Zwischen oberen und unteren Randplatten eine Reihe von Platten in den Zwischenbögen. Kleine Tuberkeln oder Stacheln auf den Randplatten.

Literatur: **Boryde** St. Sincent (Encycl. Méthod. livr. 10, 1827); **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, 1895); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399); **Sladen** (503); **Sluiter** (Bijdr. Dierk. 17).

2 Arten: *cuphues* Sluiter, *obdusatus* (Bory de Saint Vincent) Sladen, im malayischen Archipel litoral.

5. *Culcita* Agassiz 1835.

Körper pentagonal gewölbt oder flach, dick, mit stumpfen Kanten, die sehr hohe Seitenflächen bilden. Platten mit granulirten Tuberkeln. Buchfurchen setzen sich ein Stück auf den Rücken fort. Keine Randplatten an den Armenden. Mit breiten Porenfeldern. Adambulacralbewaffnung: innere und äussere Papillenreihen sehr variabel.

Literatur: **Agassiz** (10); **Bell** (32, 36); **Blainville** (66); **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, 1896); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Hartlaub** (215); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. de France, 1895); **Lamarck** (275); **Linck** (284); **de Loriol** (294); **v. Martens** (338, 341); **Möbius** (365); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, 403, 410); **Peters** (423); **Schmiedel** (478); **Sladen** (503); **Sluiter** (507, Bijd. tot d. Dierkunde, Vol. 17, 1895); **Studer** (526); **Whitelegge** (Austral. Mus. Sydney, Mem. 3, 1897).

10 Arten: *acutispina* Bell, *arenosa* (Val.) Perrier, *coriacea* Müller u. Troschel, *grex* Müller u. Troschel, *niassensis* Sluiter, *novaeguineae* Müller u. Troschel, *pentangularis* Gray, *plana* Hartlaub, *schmideliana* (Retzius) Gray, *veneris* Perrier.

Sämmtlich auf die litorale Zone beschränkt im indischen und pacifischen Ocean, malayischen Archipel und Südsee, fehlen im atlantischen Ocean. Für die Systematik besonders werthvoll sind die Arbeiten von Hartlaub (215) und Döderlein (Semon, Zool Forschungsreisen in Australien, Bd. 5, 1896).

6. *Asterodiscus* Gray 1847.

Körper pentagonal mit granulirten Tuberkeln, lederartig, niedergedrückt, Rücken convex. Arme kurz, abgerundet. Mit einem Paar von

breiten Randplatten an den Armenden. Kiemenbläschen zerstreut, nicht in Porenfeldern.

Literatur: **Gray** (175, 178); **Perrier** (399); **Sladen** (503).

1 Art: *elegans* Gray, im nordpacifischen Ocean und malayischen Archipel litoral.

7. *Choriaster* Lütken 1869.

Körper sternförmig, ohne grosse Granula und Stacheln, bedeckt mit einer Haut.

Literatur: **Lütken** (315, 317).

1 Art: *granulatus* Lütken im malayischen Archipel und pacifischen Ocean, littoral.

8. *Paulia* Gray 1840.

Körper sternförmig, granulirt mit kräftigen Stacheln auf Scheibe und Rand.

Literatur: **Gray** (174, 178); **Müller u. Troschel** (503); **Perrier** (399?).

1 Art: *horrida* Gray, im südpacifischen Ocean litoral.

VII. Familie: ***Gymnasteridae*** Perrier 1884.

Skelettplatten bedeckt von Haut. Ohne oder mit Granula, oder mit Stacheln. Randplatten gut entwickelt. Rückenplatten würfelig, berühren sich. Ventrolateralplatten regulär oft in Reihen gestellt. Pedicellarien sitzend, klappenförmig und salzfassförmig. Ambulacralfüsschen zweireihig.

1. *Asteropsis* Müller u. Troschel 1840, emend. Perrier 1876.

= *Petricia* Gray, *Asteropsis* (*pars*) Müller u. Troschel.

Körper convex, fünfarmig, Bauchfläche getäfelt. Rückenskelett unregelmässig. Adambulacralbewaffnung: zwei Stacheln in der Furchenfläche und zwei oder drei Ventralstacheln. Randplatten gross. Randplatten und Rückenfläche ohne Stacheln. Ein Paar Pedicellarien, an der Basis des Armes auf der Rückenfläche.

Literatur: **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 175, 178); **Lamarck** (275); **Müller u. Troschel** (503); **Perrier** (398, 399).

1 Art: *vernicina* (Lamarck) Müller u. Troschel, im pacifischen Ocean litoral.

2. *Dermasterias* Perrier 1875.

Körper mit einer Haut bedeckt, ohne Stacheln. Rückenplatten bilden ein Netzwerk. Adambulacralbewaffnung: ein Furchenstachel, ebenso ein Stachel auf der Ventralfläche. Randplatten klein, wie die Rückenplatten ohne Stacheln. Ohne Pedicellarien in den Armwinkeln auf der Rückenfläche.

Literatur: **Grube** (193); **Perrier** (399); **Verrill** (549).

1 Art: *imbricata* (Grube) Perrier, im nordpacifischen Ocean litoral.

3. *Gymnasteria* Gray 1840.

Asterope Müller u. Troschel, *Asteropsis* (*pars*) Müller u. Troschel.

Körper pentagonal. Mit einer Reihe medio-radialer Stacheln. Randplatten mit Stacheln. Obere Randplatten mit dicken Stacheln. Dorsal-

skelett aus runden Platten bestehend, in regulären Längsreihen gestellt. Pedicellarien sehr lang.

Literatur: **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, 1896); **Gray** (174, 178); **Lamarck** (275); **v. Martens** (338); **Michelin** (353); **Müller** u. **Troschel** (503); **Perrier** (398, 399); **Peters** (423); **Verrill** (549).

3 Arten: *carinifera* (Lamarck) v. Martens, *bisserata* v. Martens, *valvulata* Perrier.

Leben im indischen, pacifischen Ocean, malayischen Archipel und Südsee litoral.

4. *Tylaster* Danielssen u. Koren 1880.

Körper fünfarmig, Rücken gewölbt. Dorsalfläche ohne Skelett (Platten) mit kleinen Stacheln besät. Ventrolateralplatten in transversalen Reihen. Die Interradialfelder mit drei Reihen kleiner Stacheln, zwischen denen kürzere stehen. Adambulacralbewaffnung: drei Stacheln in einer Reihe. Obere Randplatten rudimentär, untere mit Stacheln. Kiemenbläschen auf die Rückenseite beschränkt. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Danielssen** u. **Koren** (105, 106).

1 Art: *willei* Danielssen u. Koren, bei Spitzbergen, continental und abyssal.

5. *Porania* Gray 1840.

= *Goniaster* (*pars*) Forbes, *Asteropsis* (*pars*) Müller und Troschel.

Körper kegelförmig, fünfarmig, pentagonal. Dorsalfläche abgeplattet. Rückenskelett netzförmig. Obere Randplatten schuppenförmig, untere Randplatten mit einer Reihe beweglicher Stacheln. Ventrolateralplatten breit. Skelett von einer nackten Membran bedeckt, gewöhnlich ohne Stacheln oder nur in geringer Anzahl. Adambulacralbewaffnung mit zwei Reihen beweglicher Stacheln. Kiemenbläschen nur auf der Rückenfläche.

Literatur: **Dujardin u. Hupé** (117); **Forbes** (144, 145); **Gray** (174, 178); **Koehler** (Rev. Biol. du Nord, France T. 7; Ann. de l'Univ. de Lyon, Fasc. 1, 1896); **Lütken** (313); **Leipoldt** (Z. f. wiss. Zool., Bd. 59); **Meissner** (Arch. f. Naturgesch., Jahrg. 62); **Müller** u. **Troschel** (503); **O. F. Müller** (378); **Norman** (387); **Perrier** (399, 402); **Sladen** (503); **Smith** (508); **Studer** (522); **Verrill** (Americ. Journ., Sc., 1895).

6 Arten: *antarctia* Smith, *glaber* Sladen, *grandis* Verrill, *insignis* Verrill, *magellanica* Studer, *pulvillus* (O. F. Müller) Norman, *spiculata* Sladen.

Leben im südpacifischen, dem atlantischen Ocean, in der Südsee und dem malayischen Archipel litoral, continental, zwei Arten (*antarctica*, *spiculata*) abyssal. Verrill stellt für *insignis* eine neue Gattung: *Chondraster*, auf (Americ. Journ. Sc., 1895).

6. *Marginaster* Perrier 1881.

Körper pentagonal, niedergedrückt. Obere Randplatten in der Haut liegend (ebenso Dorsal- und Ventrolateralplatten) mit wenig zahlreichen

kleinen Stacheln besetzt. Untere gross, nicht zahlreich, mit einem flachen Kamm von Stacheln, die einen breiten Randsaum bilden. Rückenskelett mit kleinen Stacheln. Kiemenbläschen einfach, nur auf der Rückenfläche. Pedicellarien fehlen. Adambulacralbewaffnung: ein bis zwei Längsreihen von mit Haut bedeckten Stacheln, und eine ventrale Reihe.

Literatur: **Gasco** (155); **Ludwig** (Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, Seesterne, 1897); **v. Marenzeller** (336, Denkschr. d. Akad. Wien, Bd. 62); **Perrier** (409, 410, Travailleur); **Sladen** (503).

4 Arten: *capreensis* (Gasco) Perrier, *echinulatus* Perrier, *pectinatus* Perrier, *pentagonus* Perrier.

Diese Arten bevölkern den atlantischen Ocean in Tiefen von 120 m bis 2400 m. Nur *capreensis* (= *fimbriatus* Sladen) im Mittelmeer, durch Ludwig erschöpfend beschrieben.

7. *Rhegaster* Sladen 1883.

Körper subpentagonal. Rückenfläche convex, Ventralfläche glatt. Der ganze Körper mit einer Membran und mit gedrängt stehenden Stacheln besetzt. Untere Randplatten breit, den Rand bildend; obere unsichtbar unter der dorsalen Membran verborgen. Ventrolateralplatten mit Stacheln. Adambulacralplatten breiter als lang; Bewaffnung: kurze Stacheln von einer Membran umhüllt, eine Reihe bildend und mehrere ventrale Reihen. Kiemenbläschen isolirt, zahlreich, unregelmässig vertheilt. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (501, 503); **Verrill** (American Journ. Sc., Vol. 49, 1895).

3 Arten: *abyssicola* Verrill, *murrayi* Sladen, *tumidus* Stuxberg, *tumidus* var. *tuberculata* Danielssen u. Koren, nordatlant. Ocean.

8. *Poraniomorpha* Danielssen u. Koren 1881.

Körper dorsal etwas gewölbt, ventral flach, mit kurzen Stacheln besetzt, fünf Arme, am Ursprung breit. Untere Randplatten mit drei bis sechs Stacheln in einer Gruppe am Rande, bilden dachziegelartige Reihen. Adambulacralbewaffnung: eine Reihe von je drei Furchenstacheln und eine ventrale Reihe von Stacheln (im ganzen sechs). Pedicellarien fehlen. Kiemenbläschen in Gruppen gestellt.

Literatur: **Danielsen u. Koren** (106); **Verrill** (549).

3 Arten: *borealis* Verrill, *rosea* Danielssen u. Koren, *spinulosa* Verrill.

Leben im nordatlantischen Ocean continental und litoral.

9. *Lasiaster* Sladen 1889.

Körper sternförmig bis pentagonal. Dorsalskelett mit einer Membran und kleinen Stacheln bedeckt. Obere Randplatten gut entwickelt, bedeckt mit kleinen Stacheln. Untere Randplatten desgleichen, am Rand eine breite Reihe kleiner Stacheln. Adambulacralbewaffnung: eine Furchenreihe von zwei oder drei Stacheln, und eine Reihe von quergestellten Stacheln. Kiemenbläschen isolirt, unregelmässig vertheilt. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sars** (Fauna Littoralis Norvegia, Heft 3, 1877, S. 72); **Sladen** (503).

Arten: *hispidus* (Sars) Sladen, *villosus* Sladen; beide im nordatlantischen Ocean, die erstere litoral und continental, die letztere Art ausschliesslich abyssal.

VIII. Familie: ***Asterinidae*** (Gray 1840) emend. Perrier 1875.

Randplatten klein, oft undeutlich und mit ihren Axen convergirend. Rückenskelett aus dachziegeligen Platten zusammengesetzt, gezähnt an der einen Seite und mit Stacheln am freien Rande, oder unregelmässige runde Platten mit Büscheln von Stacheln. Arme durch grosse interbranchiale Ausbreitungen der Scheibe mit einander verbunden. Interradiale Ventralfelder mit dachziegelartigen Platten, die Stacheln tragen. Meist ohne Pedicellarien.

1. Subfamilie: *Ganeriinae* Sladen 1888.

Randplatten deutlich unterscheidbar.

1. *Cycethra* Bell 1881.

Körper sternförmig. Arme mässig lang. Rückenfläche mit in Paxillen-ähnlichen Gruppen gestellten dornenförmigen, kurzen Stacheln. Rückenplatten fast gleich. Randplatten mit einer senkrecht gestellten Gruppe von kleinen Stacheln. Ventrolateralplatten ebenfalls mit Gruppen von Stacheln. Adambulacralplatten schmal, bewaffnet mit einem oder zwei kräftigen Stacheln auf dem Furchenrande, und einer ventralen Reihe von cylindrischen kürzeren Stacheln.

Literatur: **Bell** (30); **Leipoldt** (Z. wiss. Zool., Bd. 59); **Meissner** (Arch. f. Naturgesch., Jg. 62); **Perrier** (418); **Sladen** (503); **Studer** (526).

4 Arten: *electilis* Sladen; *nitida* Sladen; *pinguis* Sladen; *simplex* Bell.

Kommen nur in der litoralen Zone im südatlantischen Oceane, *simplex* auch im südpacifischen Ocean vor.

2. *Ganeria* Gray 1847.

Körper flach, pentagonal, fünfarmig. Dorsalfläche lederartig, mit zahlreichen, oft gebogenen Reihen von sehr kurzen cylindrischen Stacheln. Randplatten correspondirend, rectangulär, tragen eine verticale Reihe von je 9—10 zugespitzten Stacheln (kammförmig). Ventralfläche bedeckt mit divergirenden Stacheln, je einer auf einer Platte. Ventrolateralplatten mit je einem bis zwei breiten Stacheln. Adambulacralbewaffnung: Zwei Furchenstacheln und eine Reihe divergirender ventraler Stacheln. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Gray** (175, 178); **Meissner** (Arch. f. Naturgesch., Jg. 62); **Perrier** (399, 417); **Sladen** (503); **Verrill** (549).

1 Art: *falklandica* Gray, Falkland-Inseln, Cap Virgins (Magellan-Strasse), litoral.

3. Gattung: *Lebrunaster* Perrier.

Dorsalfläche leicht convex. Ventralplatten mit Stacheln; Dorsalplatten mit Paxillen. Randplatten unterscheiden sich von den benach-

barten Platten weniger durch ihre Gestalt als durch die Vertheilung ihrer Stacheln. Adambulacralbewaffnung: zwei cylindrische Stacheln und drei kleinere.

Literatur: **Perrier** (418, Expéd. Travailleur 1894).

1 Art: *paxillosus* Perrier.

2. Subfamilie: *Asterininae* Sladen 1888.

Kiemenbläschen über die ganze Rückenfläche zerstreut. Rückenskelett besteht aus dicken Platten, die ohne innere Fortsätze sind.

1. *Patiria* (Gray 1840) emend. Perrier.

Körper kegelförmig, lederartig, mit fünf Armen. Dorsalplatten nicht dachziegelförmig, mit Stacheln bedeckt. Ventralplatten mit gleichmässig kreisförmigen Gruppen von Stacheln. Dorsalplatten zwei Arten: die einen halbmondförmig geschweift mit Reihen von Stacheln, die bündelweise stehen, die anderen mit unregelmässigen runden Bündeln von Stacheln zwischen ersteren. Ohne Pedicellarien.

Literatur: **Bell** (Proceed. Zool. Soc. London, 1894); **Gray** (175, 178); **Sladen** (503).

4 Arten: *bellula* Sladen; *briarea* Bell; *crassa* Gray; *ocellifera* Gray.

Leben im südatlantischen, südpacifischen und indischen Ocean litoral.

2. *Nepanthia* Gray 1840.

Nepanthia pars Gray, *Asterina* Subgen. *Nepanthia* Perrier.

Körper abgeplattet, Scheibe klein, Arme (fünf bis sieben) verlängert, cylindrisch. Dorsalfläche mit dachziegelförmigen Platten, die in Längsreihen stehen. Adambulacralbewaffnung: kurze cylindrische Furchenstacheln, bogenförmig gestellt, und eine Anzahl in gleicher Anordnung gestellte verticale Stacheln. Ventrale Platten in Längsreihen gestellt, mit kleinen cylindrischen, sehr dicken Stacheln besetzt (Granula-ähnlich). Je ein Kiemenbläschen auf jeder Platte.

Literatur: **Dujardin et Hupé** (117); **Döderlein** (Semon, Forschungsreis. i. Australien, 1896); **Gray** (174, 178); **Möbius** (363); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399); **Sladen** (503).

4 Arten: *belcheri* Perrier; *brevis* Perrier; *maculata* Gray; *suffarcinata* Sladen.

Leben im indischen Ocean (*suffarcinata*), im malayischen Archipel und im südpacifischen Ocean (*belcheri*) litoral.

3. *Asterina* Nardo 1834.

Asteriscus (*pars*) Müller u. Troschel.

Körper flach, abgeplattet, kurzarmig-sternförmig bis pentagonal, oben gewölbt, unten flach, mit in der Regel zugeschärftem, fein bestacheltem Rande, der nur von den horizontal gestellten, zahlreichen kleinen unteren Randplatten gebildet wird. Dorsalplatten mehr weniger dachziegelförmig über einander greifend mit Stacheln an dem freien Rande, oder mit

Granula bedeckt, sämmtlich fast gleichartig, bilden auf dem Arme einen medianen Längsstreifen. Ventralplatten mit wenigen neben einander stehenden Stacheln besetzt. Pedicellarien zangenförmig. Kiemenbläschen einfach auf fünf breite, radiale Felder und den Scheitel beschränkt.

Literatur: **A. Agassiz** (5); **L. Agassiz** (10); **J. Barrois** (23); **Th. Barrois** (24); **Blainville** (66); **Braun** (71); **Bell** (Zool. Res. by Willey, 1899); **Carus** (82); **Colombo** (Riv. march., 1887); **Delle Chiaje** (83, 84); **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, 1896); **Dujardin u. Hupé** (117); **Fleming** (140); **Forbes** (144, 145); **Gasco** (154); **Gray** (174, 178); **Greef** (188); **Grube** (193, 196, 200); **Haddon** (Proc. Irish Acad. 1886); **Heller** (222, 223); **Herdman** (226 ff.); **Hupé** (117); **Koehler** (285, Mém. Soc. Zool. France, 1895); **Leipoldt** (Z. wiss. Zool., Bd. 59); **Lorenz** (291); **Ludwig** (Seesterne d. Mittelmeers, Fauna Neapel); **Lütken** (314); **Mac Coy** (Nat. Hist. of Victoria, Vol. 2); **Marchisio** (Boll. Mus. Anat. Comp. Torino, 1896); **v. Martens** (338); **Meissner** (Arch. f. Naturgesch., Bd. 62); **Müller u. Troschel** (Monatsber. Preuss. Akad. 1840, S. 104, 375); **Nardo** (381); **Normann** (387); **Pennant** (397); **Perrier** (398, 399); **Retzius** (448); **Sars** (469), **Sladen** (503); **Sluiter** (Bijdr. Dierk., Leiden 1895); **Stossich** (519); **Verrill** (549).

32 Arten: *calcar* (Lamarck) Gray, *calcarata* (Val.) Perrier, *calcarata* var. *selkirki* Meissner (Arch. Naturgesch., Bd. 62), *cepheus* (Müller u. Troschel) v. Martens, *chilensis* Lütken, *coccinea* (Müller u. Troschel) Perrier, *coronata* v. Martens, *exigua* (Lamarck) Perrier, *fimbriata* Perrier, *folium* (Lütken) Agassiz, *gayi* Perrier, *gibbosa* (Pennant) Forbes, *granifera* (Gray) Perrier, *granulosa* Perrier, *gunnii* Gray, *lymani* Perrier, *marginata* (Val.) Perrier, *miniata* (Brandt) Perrier, *minuta* Gray, *modesta* (Verrill) Perrier, *novaezealandiae* Perrier, *obtusa* (Gray) Perrier, *pectinifera* (Müller und Troschel) v. Martens, *penicillaris* (Lamarck) v. Martens, *pilosa* Perrier, *pusilla* Perrier, *pygmaea* Verrill, *regularis* Verrill, *setacea* (Val.) Perrier, *squamata* (Val.) Perrier, *stellaris* Perrier, *trochiscus* (Retzius) Perrier, *wega* (Val.) Perrier.

Die Arten dieser Gattung gehören ausschliesslich der Litoralzone an. Sie bevölkern sämmtliche Meere. Im Mittelmeer lebt gibbosa, die durch Ludwig in seiner Monographie der Seesterne des Mittelmeers (Monogr. 24 Fauna u. Flora d. Golfes von Neapel, 1897) eine ausführliche Beschreibung erfahren hat.

4. *Disasterina* Perrier 1876.

Körper wie bei *Asterina.* Rückseite von einer nackten Haut bedeckt. Rückenplatten klein, unregelmässig, lassen auf der Mitte der Arme und der Scheibe Zwischenräume, nur am Rand sind sie in Längsreihen angeordnet und greifen schuppenförmig übereinander. Ventralplatten zahlreich, regelmässige Reihen bildend, mit je einem Stachel. Die papillenförmigen Randplatten mit zwei bis fünf Stacheln besetzt, die durch eine Membran verbunden sind. Adambulacralplatte mit einem Fächer von neun bis fünf schlanken Furchenpapillen, die ebenfalls durch eine dünne Membran verbunden sind, nach aussen ein bis zwei Stacheln.

Literatur: **Döderlein** (114); **Perrier** (399).

2 Arten: *abnormalis* Perrier, *ceylanica* Döderlein.

Die erstere aus der Südsee (Neu-Caledonien) litoral, die zweite aus dem indischen Ocean (Ceylon) litoral.

3. Subfamilie: *Palmipedinae* Sladen 1888.

Kiemenbläschen beschränkt auf die Radien. Rückenskelett in den Medianlinien sternförmig. Rückenplatten dünn, mit inneren Fortsätzen.

1. *Palmipes* Linck 1733.

Körper fünflappig umrandet, oben und unten abgeplattet, sehr dünn. Der Rand wird von den unteren Randplatten gebildet, die horizontal gestellt und fein bestachelt sind. Rückenplatten auf den Armen einen medianen Längsstreifen bildend, mit bürstenförmigen Gruppen von Stacheln. Ventralplatten mit kämmchenförmigen Gruppen kleiner Stacheln. Pedicellarien fehlen. Füsschen mit deutlicher Saugscheibe. Kiemenbläschen in einer Reihe jederseits von der medianen Radiallinie.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Alcock** (Ann. Mag. Nat Hist, 1893); **Aldrovandi** (15); **Beltremieux** (Ann. Acad. Rochette, 1864); **Blainville** (65); **Carus** (82); **Costa** (Esercitaz. accad. d. aspir. nat., 1840); **Delle Chiaje** (83, 84); **Dujardin u. Hupé** (117); **Duvernoy** (123); **Fischer** (138); **Fleming** (140); **Forbes** (144, 145); **Gray** (174, 178); **Grube** (197); **Gmelin** (165); **Gaudry** (156); **Heller** (222, 223); **Herdman** (226, Proc. Liverpool Biol. Soc., 1895); **Henderson** (Proc. Physic. Soc. Edinburgh, 1888); **Konrad** (261); **Koehler** (258, Rev. Biol. Nord France, 1894—95; Ann. Univ. Lyon, 1896); **Lamarck** (275); **Lorenz** (291); **Loriol** (Mém. Soc. Genève, Bd. 32); **Linck** (284); **Müller u. Troschel** (375); **Marion** (Ann. Mus. Marseille, 1883); **v. Marenzeller** (Denkschr. Akad. Wien, 1893, 1895 ff); **Nardo** (381); **Norman** (387); **Olivi** (392); **Pennant** (397); **Perrier** (399, 402); **Retzius** (447, 448); **Risso** (450); **Sars** (469); **Sladen** (503); **Stossich** (519).

5 Arten: *diaphanus* Sladen, *membranaceus* Linck, *pellucidus* Alcock, *rosaceus* (Lamarck) Dujardin u. Hupé, *sarasini* Loriol.

Erstere Art im südpacifischen, *membranaceus* im nordatlantischen, *pellucidus*, *rosaceus* im indischen und nordpacifischen Ocean litoral, *membranaceus* kommt im Mittelmeer vor, und eine Bastardform dieser Art mit *Asterina gibbosa* = *P. lobianci*, die von Ludwig benannt und beschrieben ist in dessen Monographie, Seesterne des Mittelmeeres, Fauna Neapel, 1897.

2. *Stegnaster* Sladen 1889.

Körper wie bei der vorigen Gattung. Unterschiede von dieser: Rückenseite von einer Haut bedeckt, mit Granula bedeckt, ohne Gruppen von Stacheln. Kiemenbläschen in Reihen jederseits von der medianen Interradiallinie. Adambulacralbewaffnung: vier Stacheln.

Literatur: **Hutton** (238); **Perrier** (399); **Sladen** (503).

2 Arten: *inflatus* (Hutton) Sladen, *wesseli* (Perrier) Sladen.

Erstere im südpacifischen, letztere im nordatlantischen Ocean litoral.

3. *Tremaster* Verrill 1879 (554, 558), 1 Art *mirabilis*; Stellung unsicher.

Nachträge.

1. *Archasteridae.*

Verrill (Description of new Species of Starfishes and Ophiurans, with a Revision of certain Species formerly described; mostly from the Collections made by the United States Commission of Fish and Fisheries, in: Proceed. of the United St. Nat. Mus., Vol. 17, 1894, S. 245—297) errichtet in dieser Familie eine Subfamilie: *Benthopectininae* (ohne Paxillen, eine unpaare obere und untere Randplatte), zu denen er die Art *Benthopecten spinosus* Verr. (557) stellt; diese Art soll identisch sein mit *Parachaster semisquamatus* var. *occidentalis* Sladen und *Pararchaster armatus* Sladen.

Eine zweite Subfamilie stellt er als *Pontasterinae* auf, mit der Gattung *Pontaster* (*hepidus* Sladen, *forcipatus* Sladen, *sepitus* Verrill gleich *Archaster sepitus* Verrill in: Americ. Journ. Science 39, 1885).

Pseudarchaster concinnus n. sp. Verrill, ebenda.

Pseudarchaster tesselatus Sladen var. *arcticus* Sluiter (Bydragen tot de Dierkunde, Aufl. 17, 1895, S. 49—64).

Neue Arten wurden beschrieben:

Von Perrier: *Plutonaster granulosus* Perrier 1891 (420); *Dytaster intermedius* Perrier 1891 (420); beide Arten werden von Perrier in dem 1894 erschienenen Expédit. sciéntif. du Travailleur et du Talisman nicht mit aufgeführt, wohl aber 1896 in: Contribution à l'étude des Stellerides de l'Atlantique Nord, Fasc. 11 von Résultats des Campagnes scientif. accompl. sur son yacht par Albert I. Monaco 1896.

Von Bell: *Archaster tenuis* n. sp. (On the Echinoderms collected during the Voyage of H. M. S. „Penguin“ and by H. M. S. „Egeria“, when surveying Macclesfield Bank in: Proceed. Zool. Soc. London, 1894, S. 392—414.

Von Alcock: (Natural History Notes from Indian Marine Steamer „Investigator“, Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. 6, Vol. 8 u. 11, 1891, 1893): *Parachaster Huddlestonii, violaceus; Pontaster cribellum, hispidus* Alcock und Wood-Mason, *pilosus; Dytaster anacanthus* Alcock und Wood-Mason; *Persephonaster* Alcock und Wood-Mason, *croceus* Alcock und Wood-Mason, *rhodopeplus* Alcock u. Wood-Mason, *coelochiles* Alcock; *Pseudarchaster mosaicus* Alcock und Wood-Mason.

2. *Porcellanasteridae.* Alcock u. Wood-Mason (Ann. and Mag. Nat. Hist., Dec. 1891) beschreiben als neue Arten: *Styracaster clavipes*, *Hyphalaster tara.*

3. *Astropectinidae.*

1) von Leipoldt: *Luidia magellanica* Leipoldt (*Asteroidea* der Vettor-Pissani-Expedition (1882—1885; Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 59, 1895, S. 545—654). Diese Art ist aber von Meissner zu *L. bellonae* Lütken (Arch. f. Naturgesch. 1896), gezogen.

2) von Sluiter (Die Asteriden-Sammlung des Museums zu Amsterdam, in: Bijdragen tot de Dierkunde, Aufl. 17, 1895, S. 49—64): *Astropecten ternatensis* Sluiter, *ornans* Sluiter, *Astropecten macer* Sluiter ist identisch mit *Craspidaster hesperus* Müller u. Troschel, Astropecten *squamosus, pusillus,* sämmtlich von Batavia (Sluiter, Tijdschr. Nederland. Ind., Bd. 48, 1889, S. 285—313).

3) v. Marenzeller: *Luidia paucispina.* (Denkschr. d. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl., Bd. 60, 1894.)

4) von Alcock (Ann. and Mag. Nat. Hist., Ser. 6, Vol. 11, 1893): *Dipsacaster* n. g., *D. Sladeni.*

5) von Loriol (Mém. Soc. Phys. Genève, 1891): *Luidia panangensis.*

6) von Meissner (Arch. f. Naturgesch. 58): *Astropecten latispinosus.*

7) von Bell (Sci. P. R. Dublin Soc. N. S., Vol. 7): *Astropecten sphenoplax.*

8) von Sacco (Atti Acad. Torino, Vol. 28): *Astropecten taurolaevis.*

4. *Pentagonasteridae.*

Isaster n. gen. Verrill (Proceed. of the United Stat. Nat. Mus., Vol. 17, 1894, S. 249—297), mit *Isaster bairdii* Verr.

Neue Arten: *Astrogonium greeni* Bell, Irland (Rep. of a deep sea trawling cruises of the S. W. coast of Ireland. *Echinodermata,* Ann. Mag. Nat. Hist. 3, 1889, S. 432—445); *Miltcliphaster* n. g., M. Wood-Masoni, *Dorigona pentaphylla, florifer, nora, Paragonaster tenuiradiis, Mediaster roseus.*

2. Ordnung: ***Cryptozonia*** Sladen 1886.

Marginalplatten beim erwachsenen Thier undeutlich, mehr oder weniger rudimentär. Die oberen Marginalplatten sind von den unteren häufig durch sich einschiebende Zwischenplatten getrennt. Kiemenbläschen (papulae) nicht beschränkt auf die Abactinal-(dorsal)-Fläche, kommen häufig zwischen den Marginalplatten und auf der Ventralfläche vor. Ambulacralplatten schmal, dicht aufeinander folgend. Im Peristom sind die Ambulacral- oder Adambulacralplatten prominent. Pedicellarien, wenn vorhanden, sitzend oder gestielt. Oft vier Reihen von Ambulacralfüsschen.

I. Familie: ***Linkiidae*** Perrier 1875 emend.

Scheibe klein, Arme dünn, lang und cylindrisch. Interbrachialwinkel scharf. Randplatten verhältnissmässig gut entwickelt. Rückenskelett würfelig. Hautskelett gekörnelt. Superambulacralplatten vorhanden (ausgenommen bei Fromia und Ferdina). Pedicellarien (selten vorhanden) klappenförmig.

1. Subfamilie: *Chaetasterinae* Sladen 1888.

Skelettplatten paxillenförmig. Dorsalskelett mit inneren supplementären Platten.

1. *Chaetaster* Müller u. Troschel 1840.

= *Nepanthia* (*pars*) Gray 1840.

Arme verlängert, schmal, fast drehrund. Ueberall mit Platten besetzt, die auf dem Gipfel dichtgestellte Borsten tragen (Paxillen). Zwischen

den Platten einzelne Poren für die Kiemenbläschen, die auf die Armrücken beschränkt sind. Adambulacralpapillen in einer Reihe. Ohne Pedicellarien.

Literatur: **Bell** (Proceed. Zool. Soc. London, 1894); **Dujardin u. Hupé** (117), **Gaudry** (156); **Gray** (174, 178); **Grube** (193); **Lamarck** (275); **Lütken** (314); **Ludwig** (302, Seesterne Fauna Neapel, 1897); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Perrier** (399, 402, Travailleur 1894, Res. scientif. Albert I, Fasc. 11); **Retzius** (448); **Sars** (469); **Sladen** (503); **Studer** (526); **Viguier** (559).

4 Arten: *longipes* (Retzius) Sars, *moorei* Bell, *nodosus* Perrier, *hermanni* Müller u. Troschel.

Im nordatlantischen Ocean heimisch, litoral; *longipes* auch *continental.* Eine ausführliche Beschreibung der im Mittelmeer lebenden *longipes* gab Ludwig (Seesterne des Mittelmeers, in Fauna u. Flora von Neapel, 1897). In der Saugscheibe der Ambulacralfüsschen fehlen die Kalkkörperchen.

2. Subfamilie: *Linckiinae* Sladen 1888.

Dorsalskelett ohne innere supplementäre Platten. Ohne Paxillen. Dorsal- und Randplatten granulirt ohne Stacheln.

1. *Fromia* Gray 1840.

= *Linckia* (*pars*) Müller u. Troschel, *Scylaster* (*pars*) Müller u. Troschel.

Fünf bis acht trianguläre, dünne Arme. Randplatten grösser als die übrigen. Superambulacralplatten fehlen. Adambulacralbewaffnung: zwei oder mehr Reihen von Stacheln. Kiemenbläschen auf Bauchfläche und Rückenfläche.

Literatur: **Bell** (34, in Zool. Res. by Willey, Cambridge 1896); **Döderlein** (114); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Köhler** (Mém. Soc. Zool. de France, 1895); **Lamarck** (275); **de Loriol** (294); **v. Martens** (338, 341); **Michelin** (353); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Perrier** (398, 399, Travailleur 1894); **Sladen** (503); **Studer** (526).

7 Arten: *balansae* Perrier; *indica* Perrier; *japonica* Perrier, *maior* Koehler; *milleporella* (Lamarck) Gray; *monilis* Perrier; *tumida* Bell.

Leben litoral, fehlen im atlantischen Ocean und in der Südsee.

2. *Ferdina* Gray 1840.

Körper flach. Arme breit, convex. Dorsalplatten breit, mehr oder weniger convex. Randplatten nicht grösser als die übrigen. Superambulacralplatten fehlen. Adambulacralbewaffnung: eine Reihe Stacheln. Kiemenbläschen fehlen auf der Bauchfläche.

Literatur: **Gray** (174, 178); **Grube** (194); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Perrier** (399); **Studer** (526).

4 Arten: *cancellata* Grube; *cumingii* Gray; *flavescens* Gray; *kühlii* (Müller u. Troschel) Gray.

Leben litoral im indischen Ocean, malayischen Archipel und pacifischen Ocean.

3. *Ophidiaster* L. Agassiz 1835.

= *Dactylosaster* Gray, *Tamaria* Gray, *Linckia* (*pars*) v. Martens.

Scheibe klein, Arme lang, cylindrisch, Haut granulirt. Dorsalplatten und Randplatten in sieben Längsreihen, dazwischen die Reihen der Porenfelder durch Connectivplatten verbunden, Adambulacralbewaffnung: zwei Reihen Stacheln, die äusseren grösser und weniger zahlreich. Superambulacralplatten vorhanden. Ventrolateralplatten in zwei Längsreihen, zwischen ihnen eine Reihe von Porenfeldern, die ebenso zahlreich sind wie in den übrigen Längsreihen. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Barrois** (25); **Blainville** (66); **Carus** (82); **Döderlein** (Semon, Forschungsreise in Australien, 1896); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gasco** (155); **Gray** (174, 178); **Greeff** (183); **Grube** (193); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France, 1895); **Lamarck** (275); **de Loriol** (298); **Ludwig** (302, Seesterne Neapel, 1897); **Lütken** (314, 317); **Marchisio** (332); **v. Martens** (338); **Michelin** (355); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Normann** (Mus. Norman, 1886); **d'Orbigny** (20); **Perrier** (399, 402, Travailleur 1894); **Peters** (423); **Sars** (469); **Sladen** (503); **Sluiter** (Bijdr. Dierk., Leiden 1895); **Studer** **Verrill** (549); **Whitelegge** (Mus. Sydney, Mem. 3, 1897).

22 Arten: *agassizii* Perrier, *arenatus* (Lamarck) Perrier, *bicolor* (Lamarck) Perrier, *chinensis* Perrier, *cribrarius* Lütken, *cylindricus* (Lamarck) Müller u. Troschel, *duncani* de Loriol, *floridae* Perrier, *fuscus* (Gray) Perrier, *germani* Perrier, *gracilis* (Gray) Perrier, *granifer* Lütken, *guildingii* Gray, *helicostichus* Sladen, *hemprichi* Müller u. Troschel, *ophidianus* (Lamarck) Agassiz, *perrieri* de Loriol, *purpureus* Perrier, *pusillus* Müller u. Troschel, *pustulatus* (v. Martens) Perrier, *robillardi* de Loriol, *tuberifer* Sladen.

Fehlen im südatlantischen Ocean und in der Südsee; leben litoral. Im Mittelmeer *ophidianus*, durch Ludwig in Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Seesterne, 1897, genau beschrieben.

4. *Bunaster* Döderlein 1896.

Scheibe gewölbt, Arme verlängert, rund. Rückenplatten unregelmässig, von verschiedener Grösse. Alle Platten buckelförmig, durch Granula von einander getrennt. Obere und untere Randplatten im Armwinkel durch eine Reihe von Connectivplatten getrennt. Zwei Reihen Superambulacralplatten. Adambulacralbewaffnung: zwei Reihen Paxillen, die äusseren grösser, wie bei *Ophidiaster*. Kiemenbläschen einzeln auf Rücken- und Bauchseite.

Literatur: **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, Bd. 5, 1896).

1 Art: *ritteri* Döderlein, *Amboina*.

5. *Hacelia* Gray 1840, Ludwig 1897.

Unterschiede von *Ophidiaster*: Arme von der Basis an zugespitzt. Ventrolateralplatten in drei Reihen, zwischen ihnen zwei Längsreihen von Porenfeldern, die in der ersten Reihe doppelt so zahlreich sind wie in allen übrigen Längsreihen. Pedicellarien, wenn vorhanden, vereinzelt, salzfassförmig.

Literatur: **Carus** (82); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gasco** (155); **Gray** (174, 178); **Grube** (193); **Lamarck** (275); **Ludwig** (Seest. Neapel, 1897); **Lütken** (314, 317); **v. Marenzeller** (Denkschr. Akad. Wien, Bd. 60, 62); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Perrier** (399, 402); **Sladen** (503).

1 Art: *attenuata* (Gray) = (*Oph. lessonae* Gasco).

Lebt im nordatlantischen Ocean, Mittelmeer, von Ludwig in „Seesterne des Mittelmeers, 1897“, beschrieben und abgebildet.

6. *Pharia* Gray 1840.

Arme lang, mit sieben Reihen von Tuberkeln. Superambulacralplatten vorhanden. Unterscheidet sich durch die Porenfelder, die an den Seiten sich vereinigen.

Literatur: **Gray** (174, 178); **Lütken** (314); **Müller u. Troschel** (369, 375).

1 Art: *pyramidata* Gray.

Im nordpacifischen Ocean litoral.

7. *Leiaster* Peters 1852.

= *Lepidaster* Verrill, *Ophidiaster* (*pars*) Perrier.

Arme und Scheibe von einer platten nackten dicken Haut bedeckt, sodass weder Plättchen noch Granulation zu unterscheiden sind. Arme platt, am Ende zugespitzt. Porenfelder in acht regelmässigen Reihen auf den Armen. Superambulacralplatten vorhanden.

Literatur: **Gray** (174, 178); **de Loriol** (294); **v. Martens** (338); **Perrier** (399, Travailleur 1894); **Peters** (423); **Sladen** (503); **Verrill** (549).

5 Arten: *coriaceus* Peters, *glaber* Peters, *leachii* (Gray), *speciosus* v. Martens, *teres* Verrill.

Leben im indischen und pacifischen Ocean und im malayischen Archipel litoral.

8. *Linckia* Nardo 1834.

= *Ophidiaster* (*pars*) Müller u. Troschel, *Acalia* Gray, *Linckia* Gray.

Arme mehr oder weniger cylindrisch, unten abgeflacht. Dorsalplatten nicht in regelmässigen Längsreihen, klein. Adambulacralbewaffnung zwei bis drei Reihen von Granula (Paxillen). Mit Superambulacralplatten. Porenfelder unregelmässig vertheilt zwischen den Dorsalplatten.

Literatur: **A. Agassiz** (3); **Bell** (40); **Dujardin u. Hupé** (117); **Döderlein** (114, Semon, Forschungsreisen in Australien, Bd. 5); **Gray** (174, 178); **Grube** (198); **Lamarck** (275); **Leipoldt** (Z. f. wiss. Zool, 1895); **Linck** (284); **Linné** (286); **de Lorriol** (294); **Lütken** (313, 314, 317); **v. Martens** (338, 341); **Michelin** (353); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Nardo** (381); **Perrier** (398, 399); **Peters** (423); **Retzius** (448); **Russo** (Boll. Soc. Napoli, 7); **Sladen** (503); **Studer** (526); **Verrill** (548, 549).

17 Arten: *bouvieri* Perrier, *columbiae* Gray, *costae* Russo, *ehrenbergii* (Müller u. Troschel) Perrier, *erythraea* Gray, *francisca* Nardo, *guildingii* Gray, *intermedia* Gray, *marmorata* (Michelin) v. Martens, *megaloplax* Bell, *militaris* (Linck) v. Martens, *multifera* (Lamarck) v. Martens, *nodosa* Perrier, *pacifica* Gray, *pacifica var. diplax* (Müller u. Troschel), *pulchella* Gray, *rosenbergi* v. Martens.

Diese sämmtlich litoralen Arten bewohnen die tropischen Meere, mit Ausnahme der Südsee.

9. *Phataria* Gray 1866.

Arme dreikantig. Kiemenbläschen in ein oder zwei Längsreihen jederseits des Armes.

Literatur: **Gray** (174, 178).

Art: *unifascialis* Gray, var. *bifascialis* (Gray) Verrill; pacifischer Ocean, litoral.

10. *Nardoa* Gray emend. 1840.

= *Linckia* (*pars*) Müller u. Troschel, *Gomophia* Gray, *Scytaster* (*pars*) Müller u. Troschel, *Ophidiaster* (*pars*) Müller u. Troschel *Scytaster* (*pars*) Lütken.

Arme rund, mit granulirten convexen Platten besetzt. Dorsalplatten nicht regelmässige Längsreihen bildend, Dorsolateralplatten verhältnissmässig gross. Adambulacralbewaffnung: drei Reihen Stacheln. Mit Superambulacralplatten. Kiemenbläschen auf der Bauchfläche in Feldern. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Gray** (174, 178); **Linck** (284); **Loriol** (Mem. Soc. Phys. Genève 1891); **Lütken** (314. 317); **v. Martens** (338); **Müller u. Troschel** (375); **Nardo** (381); **Perrier** (399).

13 Arten: *aegyptica* Gray, *finschii* Loriol, *galatheae* Lütken, *gomophia* Perrier, *mollis* Loriol, *novae-caledoniae* Perrier, *obtusa* Perrier, *pauciforis* v. Martens, *semiregularis* Müller u. Troschel, *semiregularis var. japonica* v. Martens, *semiseriata* v. Martens, *tuberculata* Gray, *variolata* (Linck) Gray.

Im pacifischen und indischen Ocean, im malayischen Archipel, ausschliesslich litoral.

11. *Narcissia* Gray 1840.

= *Scytaster* (*pars*) Dujardin u. Hupé.

Körper pyramidenförmig, Arme auf dem Querschnitt dreieckig. Dorsalplatten nicht in regelmässigen Längsreihen. Kiemenbläschen fehlen auf der Bauchfläche, stehen einzeln, isolirt. Superambulacralplatten vorhanden. Adambululacralbewaffnung: drei Reihen von Stacheln oder Paxillen.

Literatur: **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **d'Orbigny** (20); **Perrier** (Travailleur 1894): **Sladen** (503).

2 Arten: *canariensis* d'Orbigny, *trigonaria* Sladen.

Beide im atlantischen Ocean litoral.

3. Subfamilie: *Metrodirinae* Sladen 1888.

Rücken- und Randplatten mit einer Membran bedeckt, mit isolirten Stacheln, die durch die Haut bedeckt sind. Ohne Connectivplatten.

1. *Metrodira* Gray 1840.

= *Scytaster* (*pars*) Müller u. Troschel.

Körper abgeplattet, Arme sehr schmal, lang, spitz. Adambulacralplatten sind schmale Lamellen, mit zwei Stacheln am Ende. Rückenplatten fast dachziegelförmig geordnet.

Literatur: **Dujardin** u. **Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Müller** u. **Troschel** (375); **Perrier** (399); **Sladen** (503); **Studer** (526).

2 Arten: *subtilis* Lütken, *subulata* Gray.

Erstere Art im pacifischen, letztere ebenda und im malayischen Archipel litoral.

II. Familie ***Zoroasteridae*** Sladen 1888.

Scheibe klein. Fünf Arme, verlängert, cylindrisch, zugespitzt. Rückenskelett in regelmässigen Längs- und Querreihen. Adambulacralplatten ungleich, alternirend-gekielt. Ambulcralfurchen konisch mit kleiner Saugscheibe, vierreihig, an der Spitze der Arme zweireihig. Kiemenbläschen isolirt, in regelmässigen Längsreihen stehend. Gestielte, gerade Pedicellarien. Ambulacrales Peristom.

1. *Zoroaster* Wyv. Thomson 1873.

Scheibe klein, Arme lang, mit einem medianen Kiel. Interbrachialbogen scharf. Rücken, Rand und Ventrolateralplatten in regelmässigen Längs- und Querreihen längs der Arme. Oberfläche mit Granula bedeckt, auf denen papillenähnliche Stacheln stehen. Die Platten der Medianreihen, obere und untere Randplatten und Ventrolateralplatten mit Längsreihen von kräftigen Stacheln. Adambulacralplatten klein, alternirend-gekielt. Adambulacralbewaffnung: Mehrere lange Stachel in einer Reihe und zwei oder drei kurze auf den prominenten Platten, zwei oder drei kleine Stacheln auf den alternirenden Platten. Pedicellarien auf der Dorsalfläche, am Ende des innersten Stachels der Adambulacralplatten und an den Kiemenbläschen.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Koehler** (Ann. de l'Univ. Lyon, fasc. 1, 1896; „Caudan"; Rev. Biol. du Nord France, T. 1, 1894—95); **Perrier** (405, 410, Travailleur 1894); **Sladen** (499, 503); **W. Thomson** (539).

15 Arten: *ackleyi* Perrier, *alfredi* Alcock, *angulatus* Alcock, *barathri* Alcock, *carinatus* Alcock, *diomedeae* Verrill, *fulgens* Thomson, *gilesii* Alcock, *longicauda* Perrier, *planus* Alcock, *sigsbeei* Perrier, *squameus* Alcock, *tenuis* Sladen, *trispinosus* Koehler, *zea* Alcock.

Nordatlantischer, südatlantischer (*fulgens*) und südpacifischer Ocean (*tenuis*) abyssal, continental und litoral; *diomedeae* in allen drei Regionen. Für *Z. sigsbeei* errichtet Perrier neuerdings eine besondere Gattung; *Mammaster* (Expéd. scientif. du Travailleur 1894).

2. *Cnemidaster* Sladen 1889.

Scheibe klein, Arme lang, cylindrisch. Rückenplatten in einer Längsreihe, bedeckt mit einer Haut, ohne Granula oder Stacheln. Rückenfläche der Scheibe mit den breiten, convexen Apicalplatten besetzt, die grösser sind als die übrigen. Obere Randplatten breiter als die unteren;

beide Reihen bedeckt mit Haut, ohne Granula oder Stacheln. Ventrolateralplatten in zwei Reihen mit kleinen Stacheln in Längsreihen, längs der Arme. Adambulacralplatten breiter als lang, mit einem in die Furche hervorstehenden Rande und einem queren medianen Kiel. Bewaffnung: Eine quere Reihe von kurzen Stacheln, auf dem Kiel stehend. Terminalplatte breit, verlängert, an der Spitze mit zwei Paar konischen und einigen kleineren Stacheln. Pedicellarien fehlen. Ambulacralfüsschen zweireihig.

Literatur: **Sladen** (503).

1 Art: *wyvilli* Sladen.

Aus dem nordpacifischen Ocean abyssal.

3. *Pholidaster* Sladen 1885.

Scheibe klein, Arme lang, subcylindrisch, biegsam. Rückenplatten in regelmässigen Längsreihen stehend, (die mittelste die breiteste) mit breiten von Haut überzogenen Schuppen mit Ausnahme einiger Apicalplatten der Scheibe und der medianen Reihe der Arme. Zwischen den Rändern der Platten kleine isolirte Kiemenbläschen. Obere Randplatten mit eben solchen Schuppen; untere schmäler als die oberen, mit einem langen seitlichen Stachel und einigen mit Haut bedeckten kleinen Stacheln. Ventrolateralplatten in zwei oder drei Reihen, jede mit einem Stachel, die Längsreihen bilden, und etlichen mit Haut bedeckten Papillen. Adambulacralplatten breiter als lang, jede zweite Platte mit einem vorstehenden First. Bewaffnung: Ein paar Furchenstacheln und eine Gruppe von Papillen parallel zur Furche. Die dazwischen liegende Adambulacralplatten tragen nur die letzteren. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (Narr. Chall. Exp. 1885, 503).

2 Arten: *distinctus* Sladen, *sqamatus* Sladen.

Aus dem malayischen Archipel litoral.

4. *Prognaster* Perrier 1894.

Scheibe klein, Arme sehr lang, biegsam. Zwischen *Zoroaster* und *Pholidaster* stehend.

Literatur: **Perrier** (Exp. sciéntif. du Travailleur 1894).

1 Art: *longicauda* Perrier.

Cap Verdischen Inseln, abyssal.

III. Familie: ***Stichasteridae*** Perrier 1884.

Rückenskelett in mehr weniger regulären Längsreihen. Obere Randplatten, Dorso-laterale und Kielplatten granulirt. Untere Randplatten oft bestachelt. Adambulacralplatten kurz, sehr zusammengedrückt, mit zwei bis vier Furchenstacheln. Ventrolateralplatten 0—4, Dorsolateralplatten in Längsreihen. Ambulacralfüsschen in vier Reihen, meist cylindrisch mit breiter Saugscheibe. Kiemenbläschen isolirt oder in kleinen Gruppen auf der Rückenfläche der Arme und Scheibe. Gekreuzte Pedicellarien. Ambulacrales Peristom.

1. *Stichaster* Müller u. Troschel 1840.

= *Tonia* Gray, *Coelasterias* Verrill, *Stephanasterias* Verrill, *Granaster*, *Nanaster* Perrier.

Körper auf der Bauchseite nahe den Furchen dicht gestachelt. Rückenskelett gebildet von breiten und in Längsreihen gestellten Platten.

Literatur: **Danielssen u. Koren** (107); **Dujardin u. Hupé** (117); **Duncan u. Sladen** (118); **Farquhar** (Tr. N. Zealand Inst., 27); **Forbes** (145); **Gray** (174); **Koehler** (Rev. Biol. Nord France, T. 7; Ann. Univ. Lyon, „Caudan", 1896); **Leipoldt** (Z. f. wiss. Zool., Bd. 59, 1895); **Meyen** (Reise um die Erde, 1834. Thl. 1); **O. F. Müller** (378); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Normann** (387); **Perrier** (399, Rés. Camp. scientif. Yacht Albert I, 1896); **Sars** (470); **Sladen** (503); **Stimpson** (515); **Studer** (527); **Thompson** (Ann. Hist. Nat., 1840); **Verrill** (548, 549, Bull. Essex Inst., Vol. 3, 1872; Proceed. U. St. Nat. Mus. Vol. 17, 1894).

11 Arten: *albulus* (Stimpson) Verrill, *arcticus* Danielssen u. Koren, *aurantiacus* (Meyen) Verrill, *australis* (Verrill) Perrier, *felipes* Sladen, *insignis, littoralis* Farguhar, *nutrix* Studer, *polygrammus* Sladen, *polyplax* Müller u. Troschel, *roseus* (O. F. Müller) Sars.

Sämmtliche Arten leben litoral im südatlantischen und südpacifischen Oceane.

2. *Neomorphaster* Sladen 1889.

= *Glyptaster* Sladen.

Scheibe klein. Arme breit an der Basis, verhältnissmässig lang, zugespitzt. Rückenfläche der Scheibe mit entwickelten primären Scheitelplatten. Arme bedeckt mit breiten, etwas convexen, dachziegelartigen Platten, in regelmässigen Längsreihen; mit Granula. Adambulacralplatten klein. Bewaffnung: zwei Stacheln hintereinander gestellt. Ventrolateralplatten in zwei bis drei Reihen, mit Stacheln an der Armbasis. Randplatten mit mehr Granula als Stacheln. Eine Reihe Dorsolateralplatten und erste Reihe der Dorsalplatten stehen in regelmässigen transversalen wie Längsreihen. Ambulacralfurchen in vier Reihen, an der Armspitze in zwei Reihen. Pedicellarien gerade und gekreuzt. Kiemenbläschen auf der Scheibe und den Armen in Gruppen von einem bis drei.

2 Arten: *forcipatus* Verrill, *talismani* Perrier = *eustichus* Sladen. Im nordatlantischen Ocean abyssal.

Literatur: **Koehler** (Ann. Univ. de Lyon, „Caudan", 1896); **Perrier** (412, Talisman); **Sladen** (Narr. Chall. Exped. 1885, 503); **Verrill** (Proceed. Unit. Stat. Nat. Mus., Vol. 17, 1894).

3. *Tarsaster* Sladen 1889.

Scheibe klein, Arme verlängert, mit in Längsreihen gestellten Platten. Rückenfläche mit breiten Kelchplatten; sämmtliche Rückenplatten mit kurzen Stacheln. Platten mit einer Haut bedeckt, die kleine gekreuzte Pedicellarien tragen. Obere Randplatten breit, untere klein, mit einem kleinen zusammengedrückten Stachel, die eine Längsreihe bilden. Ad-

ambulacralplatten klein. Bewaffnung: zwei gleiche Stacheln. Adambulacralfüsschen vierreihig. Kiemenbläschen einzeln, Längsreihen zwischen den Platten bildend.

Literatur: **Farquhar** (Fr. N. Zealand Inst. 27); **Sladen** (503).

2 Arten: *neozelanicus* Farquhar, *stoichodes* Sladen.

Im südpacifischen Ocean litoral.

IV. Familie: ***Solasteridae*** Perrier 1884.

Rückenplatten netzförmig, mit paxillenähnlichen Stacheln. Ventrolateralplatten mehr weniger entwickelt. Pedicellarien fehlen. Mit Interbrachialsepten.

1. Subfamilie: *Solasterinae* Sladen 1888.

Adambulacralbewaffnung in zwei Reihen rechtwincklig zu einander.

1. *Crossaster* Müller u. Troschel 1840.

Arme verlängert. Ventrolateralplatten fehlen längs der Arme. Rückenplatten bilden ein Netzwerk, mit Paxillen in weiten Zwischenräumen. Eine Reihe von gut entwickelten Randpaxillen. Kiemenbläschen in Gruppen.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Bell** (28); **de Blainville** (66); **Brandt** (70); **Fabricius** (131); **Forbes** (144); **Gray** (174, 178); **Linck** (284); **de Loriol** (Mém. Soc. Phys. Genève, Vol. 32, 1897); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Pennant** (397); **Perrier** (418); **Sladen** (503); **Sluiter** (Bydr. Dierk. 17); **Verrill** (548, Proceed. Unit. St. Nat. Mus., Vol. 17).

8 Arten: *alboverrucosus* Brandt, *australis* Perrier, *helianthus* Verrill, *neptuni* Bell, *papposus* (Linck) Müller u. Troschel, *papposus* var. *septentionalis* Sladen, *penicillatus* Sladen, *vancouverensis* de Loriol.

Leben im nordatlantischen und pacifischen Ocean; *papposus* findet sich in allen drei Regionen.

2. *Solaster* Forbes 1839.

= *Stellonia* (*pars*) Agassiz, *Crossaster* (*pars*) Müller u. Troschel, *Solaster* (Subgatt. *Endeca*) Gray.

Ventrolateralplatten fehlen längs der Arme. Rückenplatten engmaschig gestellt. Mit einer Reihe von Randpaxillen. Kiemenbläschen einzeln oder in kleinen Gruppen.

Literatur: **Agassiz** (10); **Blainville** (66); **Danielssen u. Koren** (106); **Forbes** (144); **Gray** (174, 178); **O. F. Müller** (377); **Müller u. Troschel** (369, 375); **Perrier** (418); **Retzius** (447); **Sladen** (503); **Verrill** (Proceed. Unit. St. Nat. Mus., Vol. 17).

12 Arten: *abyssicola* Forbes, *benedicti* Verrill, *earlii* Verrill, *endeca* (Retzius) Forbes, *endeca* var. *decemradiata* Brandt, *glacialis* Danielssen u. Koren, *intermedius* Sluiter, *paxillatus* Sladen, *regularis* Sladen, *subarcuatus* Sladen, *syrtensis* Verrill, *torulatus* Sladen.

Im nordatlantischen Ocean, im nordpacifischen, Südsee (*subarcuatus*) und südpacifischen Ocean (*torulatus*). Mit Ausnahme der letzten Art, die abyssal ist, gehören sie der litoralen Zone an.

3. *Lophaster* Verrill 1878.

Rückenfläche mit Paxillen, die auf den Armen in Längslinien stehen. Randplatten mit zwei Reihen von gut entwickelten Paxillen. Ventrolateralplatten fehlen in den Armen. Adambulacralplatten breit, mit zwei Reihen Stacheln. Kiemenbläschen einfach oder in Gruppen zu vier oder mehr.

Literatur: **Düben u. Koren** (116); **Sladen** (503); **Verrill** (556).

2 Arten: *furcifer* (Düben u. Koren) Verrill, *stellans* Sladen.

Ersterer im nordatlantischen, letzterer vom südpacifischen Ocean, leben in allen drei Zonen.

4. *Rhipidaster* Sladen 1889.

Scheibe breit (*Crossaster*-ähnlich). Arme kräftig. Dorsalplatten bilden ein weitmaschiges Netzwerk, mit isolirten paxillenähnlichen Gruppen von Stacheln. Eine Reihe von (oberen?) Randplatten mit ebensolchen Stachelgruppen auf den Armen. Ventrolateralplatten in einer Reihe zwischen Randplatten und Adambulacralplatten auf den Armen. Letztere breit, sieben bis acht Furchenstacheln mit einer Haut verbunden in einer Reihe, und eine Reihe von vier ventralen Stacheln. Kiemenbläschen isolirt. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (503).

Art: *vannipes* Sladen; aus dem malayischen Archipel litoral.

5. *Ctenaster* Perrier 1884.

Scheibe breit; sechs Arme. Oberfläche von einer nackten dicken Haut bedeckt, die Platten verdeckend.

Ventrolateralplatten in queren Reihen, mit drei bis vier Stacheln. Untere Randplatten mit Stacheln, obere undeutlich. Kiemenbläschen isolirt. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Perrier** (405, 410, Travailleur 1894); **Sladen** (503).

1 Art: *spectabilis* Perrier; im nordatlantischen Ocean abyssal.

2. Subfamilie: *Korethrasterinae* Sladen 1888.

Bewaffnung der Adambulacralplatten: eine quere Reihe von Stacheln. Dorsolateral- und Randplatten in transversalen Reihen, correspondirend mit den Adambulacralplatten.

1. *Korethraster* Wyv. Thomson 1873.

Gestalt sternförmig. Arme mässig hervorspringend. Scheibenoberfläche in fünf Sectoren getheilt. Dorsalplatten polygonal oder abgerundet. Stacheln bilden lange, zahlreiche paxillenähnliche Bündel. Adambulacralplatten kurz, breit, correspondiren mit den unteren Randplatten. Bewaffnung: eine quere Reihe von sehr kräftigen Stacheln. Pedicellarien fehlen. Adambulacralfüsschen in zwei Reihen. Kiemenbläschen fehlen auf der Rückenfläche.

Literatur: **Perrier** (405, 410, Travailleur 1894); **Sladen** (503); **Wyv. Thomson** (539).

4 Arten: *hispidus* Wyv. Thomson, *palmatus* Perrier, (? *radians* Perrier), *setosus* Perrier.

Sämmtlich im nordatlantischen Ocean; *hispidus* und *setosus* durch alle drei Zonen, die übrigen litoral und continental. Für *palmatus* stellte Perrier 1894 das Subgenus *Remaster* auf.

2. *Peribolaster* Sladen 1885.

Gestalt sternförmig, Arme kurz und breit. Scheibe breit. Rückenfläche convex. Bauchfläche eben. Rückenfläche mit kreuzförmigen Platten, netzartig angeordnet. Auf jeder Platte wenig zahlreiche Bündel von Stacheln, die von einer Hülle umgeben sind. Adambulacralplattenbewaffnung: eine quere Reihe von breiten, einzeln stehenden, von einer Membran umhüllten Stacheln (einschliesslich der Stacheln der unteren Randplatten).

Literatur: **Sladen** (503).

1 Art: *folliculatus* Sladen; im südpacifischen Ocean litoral.

3. *Radiaster* Perrier 1887.

Gestalt dick. Arme verhältnissmässig kurz. Ventrolateralplatten in queren Reihen mit den Adambulacralplatten correspondirend, mit einem Büschel von kleinen Stacheln. Adambulacralbewaffnung: drei bis vier Stacheln, parallel zur Ambulacralfurche, Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Perrier** (405, 410 Travailleur 1894); **Sladen** (503).

1 Art: *elegans* Perrier; im nordatlantischen Ocean abyssal.

Diese Gattung wurde mit *Ctenaster* von Sladen den Solasteriden angereiht, von Perrier jetzt zu den Ganeriiden gestellt.

V. Familie: ***Pterasteridae*** Perrier 1875.

Gestalt scheibenförmig pentagonal. Rückenskelett aus kreuz- und sternförmigen Platten mit paxillenförmigen Gruppen von Stacheln bestehend, die durch eine Haut verbunden sind, welche sich über ihre Spitzen ausspannt. Im Centrum der Scheibe ist eine breite Oeffnung, gebildet durch bewegliche Klappen, die in den Raum zwischen Rückenoberfläche und Haut hineinführt. Ohne Pedicellarien. Randplatten unsichtbar.

1. *Pteraster* Müller u. Troschel 1842.

Rückenhaut mit Muskelbändern gestützt durch die Stacheln. Ventrallateralstacheln mit besonderer Haut flossenartig verbunden. Muskelbänder nicht netzartig, Haut überall Spicula enthaltend. Bewaffnung: quere Reihe von einem Kamm von Stacheln, die durch Haut verbunden sind. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Koehler** (Rev. Biol. Nord France, T. 7); **Ludwig** (309); **O. F. Müller** (377); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, Travailleur 1894); **Sars** (470); **Sladen** (500, 503, 505); **Smith** (508); **Verrill** (Americ. Journ. Sc., Vol. 16, 1878; Proc. U. St. Mus., 17, 1894).

14 Arten: *affinis* Smith, *alveolatus* Perrier, *aporus* Ludwig, *caribbaeus* Perrier, *danae* Verrill, *hexactis* Verrill, *militaris* (O. F.

Müller) Müller u. Troschel, *militaris* var. *prolata* Sladen, *personatus* Sladen, *pulvillus* Sars, *rugatus* Sladen, *semireticulatus* Sladen, *sordidus* Perrier, *stellifer* Sladen.

Fehlen im indischen Ocean und malayischen Archipel. Leben theils in allen drei Zonen (*militaris* u. *pulvillus*), theils litoral, theils abyssal.

2. *Retaster* Perrier 1878.

= *Diplopteraster* Verrill 1880.

Muskelbänder netzartig, ohne Spicula in der Rückenhaut. Bewaffnung wie bei der vorigen Gattung. Ventro-lateralstacheln flossenartig verbunden.

Literatur: **v. Martens** (338); **Perrier** (402); **Sars** (470); **Sladen** (500, 503); **Verrill** (557).

7 Arten: *capensis* Gray, *cribosus* v. Martens, *gibber* Sladen, *insignis* Sladen, *multipes* Sars, *peregrinator* Sladen, *verrucosus* Sladen.

Fehlen nur im nordpacifischen Ocean, leben nicht litoral, selten in der continentalen und abyssalen Zone.

3. *Marsipaster* Sladen 1882.

Gestalt niedergedrückt, pentagonoid; Rückenfläche wenig convex, Bauchfläche eben. Die Muskelbänder fehlen in der Rückenhaut. Ventrallateralstacheln auf der Bauchfläche vertheilt. Paxillenstacheln (15—30) lang, fein, zahlreich, durchdringen die Rückenhaut. Adambulacralbewaffnung: ein querer Kamm, dessen Stacheln durch eine Haut verbunden sind. Ein Paar Mundoberflächenstacheln mit den Randstacheln durch Haut verbunden.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Perrier** (413); **Sladen** (500, 503).

3 Arten: *alveolatus* Perrier (?), *hirsutus* Sladen, *spinossimus* Sladen. Im nordatlantischen und südpacifischen Ocean abyssal.

4. *Calyptraster* Sladen 1882.

Gestalt niedergedrückt, pentagonal, Bauchfläche convex. Rückenhaut sehr zart, durchsichtig, ohne Muskelbänder. Paxillenstacheln (fünf bis sechs) kurz, kräftig, ragen nicht über die Haut hervor. Adambulacralbewaffnung quere Kämme von Stacheln. Ventrolateralstacheln auf der Bauchfläche vertheilt. Drei Paare von Mundoberflächen-Stacheln.

Literatur: **Sladen** (500, 503).

1 Art: *coa* Sladen. Südatlantic, continental.

5. *Hymenaster* Wyv. Thomson 1873.

Rückenhaut gut entwickelt mit Muskelbändern. Spiracula vorhanden. Rückenfläche in fünf radiale Flächen getheilt. Osculum gross. Stacheln der Paxillen die Haut tragend. Ventralstacheln lang, über den Scheibenrand hervorragend. Adambulacralbewaffnung: Stacheln ohne Schwimmhaut.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Perrier** (412, 413, Talisman 1894; Res. Camp. scient. Albert I., fasc. 11, 1896); **Sladen** (500, 503); **Thomson** (539); **Verrill** (Americ. J. Sc., 49, Proc. Un. St. Nat. Mus., V. 17, 1894).

24 Arten: *anomalus, caelatus, carnosus, coccinatus, crucifer, echinulatus, formosus, geometricus, glaucus, graniferus, infernalis, latebrosus, pergamentaceus, porosissimus, praecoquis, pullatus, vicarius*, sämmtlich Sladen, *giboryi, rex, sacculatus* Perrier, *membranaceus, nobilis, pellucidus* Wyv. Thomson, *modestus, regalis* Verrill.

Die Arten dieser Gattung leben mit Ausnahme von *pellucidus* nur abyssal, fehlen im indischen Ocean und malayischen Archipel.

6. *Benthaster* Sladen 1882.

Gestalt mehr sternförmig, Rückenfläche convex, Bauchfläche eben. Rückenhaut rückgebildet, ohne Muskelbänder, Spiracula fehlen. Stacheln der Paxillen über die Haut hervorragend. Adambulacralbewaffnung: ein bis zwei Stacheln ohne Schwimmhaut. Ventralstacheln in der Haut verborgen.

Literatur: **Sladen** (500, 503).

2 Arten: *penicillatus* Sladen, *wyville-thomsoni* Sladen.

7. *Cryptaster* Perrier 1894.

Körperform abgeplattet. Muskelbänder der Rückenhaut bilden ein regelmässiges Netzwerk. Ventralstacheln auf der Bauchfläche. Adambulacralbewaffnung: drei kleine freie Stacheln.

Literatur: **Perrier** (Expéd. scientif. Talisman 1894).

1 Art: *personatus* Perrier.

Abyssal, Azoren.

8. *Pythonaster* Sladen 1888.

Gestalt sternförmig, Arme sehr lang, biegsam, cylindrisch. Scheibe klein. Rückenhaut fehlt, ebenso die Ventralstacheln und die Segmentalöffnungen. Rückenstacheln kurz, keine gestielte Paxillen bildend. Adambulacralplatten breit, quere Reihen von Stacheln, durch eine Membran verbunden, bilden die Bewaffnung. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (Narr. Chall. Exp. 1885, 503).

1 Art: *murrayi* Sladen.

Atlantischer Ocean abyssal.

VI. Familie: ***Echinasteridae*** Verrill 1871 (1867) emend.

Rückenskelett netzförmig. Die Platten mit Stacheln oder Gruppen von solchen. Scheibe breit, aber klein, Arme lang. Pedicellarien fehlen meist. Ambulacralfüsschen in zwei Reihen.

1. Subfamilie: *Acanthasterinae* Sladen 1888.

Scheibe breit. Arme zahlreich, mehr als zehn. Stacheln isolirt, bedeckt mit einer kalkigen Granula tragenden Haut. Pedicellarien zangenförmig. Mehrere Madreporenplatten.

1. *Acanthaster* Gervais 1841.

= *Stellaria* (*pars*) Agassiz, *Echinaster* Gray, *Echinetes* Müller u. Troschel.

Literatur: **Agassiz** (10); **Döderlein** (114); **Ellis u. Solander** (127); **Gervais** (158); **Gray** (174); **Koehler** (Mém. Soc. Zool. France, 1895); **Lütken** (317); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (Talisman 1894); **Sladen** (503).

4 Arten: *echinites* (Ellis u. Solander) Lütken, *ellisii* (Gray)? *mauritiensis* de Loriol, *solans* (Schreber) Dujardin u. Hupé.

Im indischen, pacifischen Ocean, malayischen Archipel litoral.

2. Subfamilie: *Mithrodiinae* Viguier 1878.

Scheibe klein, Arme gewöhnlich in der Fünfzahl. Stacheln breit besetzt mit Rauhigkeiten. Pedicellarien fehlen. Eine Madreporenplatte.

1. *Mithrodia* Gray 1840.

Literatur: **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen in Australien, Bd. 5); **Gray** (174); **Lamarck** (275); **de Loriol** (294); **Lütken** (317); **v. Martens** (338); **Michelin** (353); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399), **Sladen** (503).

3 Arten: *bradleyi*, *clavigera* (Lamarck) Perrier, *victoriae* Bell.

Leben im atlantischen, indischen, pacifischen Ocean und im malayischen Archipel litoral.

3. Subfamilie: *Echinasterinae* Viguier 1878.

Fünf bis sechs Arme. Stacheln isolirt oder in Gruppen. Pedicellarien fehlen. Ambulacralbewaffnung: einfache oder quergestielte Reihen.

1. *Cribrella* Agassiz 1835.

= *Pentadactylosaster* (*pars*) Linck, *Cribrella* (*pars*) Agassiz, *Linckia* Forbes, *Henricia* Gray, *Cribella* (*pars*) Forbes, *Echinaster* (*pars*) Müller u. Troschel.

Scheibe klein, Arme verlängert, rund. Rückenplatten bilden ein sehr engmaschiges Netzwerk, jede mit dichtstehenden kleinen Stacheln besetzt. Ventrolateral- und Randplatten bilden Längs- und Querreihen, zwischen ihnen liegen die Kiemenbläschen isolirt.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Dujardin u. Hupé** (117); **Forbes** (145); **Gray** (174, 178); **Koehler** (Rev. Biol. Nat. France, T. 7; Ann. Univ. Lyon, 1895); **Leipoldt** (Z. f. wiss. Zool. Bd. 59); **Linck** (284); **Loriol** (Mém. Soc. Phys. Genève, 1897); **Lütken** (312); **v. Martens** (338); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399, 402, 418, Talisman, Res. Camp. Scientif. Albert I., Fasc. 9); **Sars** (467); **Stimpson** (515); **Verrill** (Proc. U. St. Nat. Mus., V. 17); **Viguier** (559).

21 Arten: *abyssalis* Perrier, *antillarum* Perrier, *biscayensis* Koehler, *caudani* Koehler, *compacta* Sladen, *densispina* Perrier, *hyadesi* Perrier, *laeviuscula* Stimpson, *minuta* Bell, *obesa* Sladen, *oculata* (Linck) Forbes, *oculata var. abyssicola* Norman, *ornata* Perrier, *pagenstecheri* Sladen, *pectinata* Verrill, *praestans* Sladen, *sexradiata* Perrier, *simplex* Sladen, *simplex* var. *granulosa* Sladen, *sufflata* Sladen, *studeri* Perrier.

Atlantischer und pacifischer Ocean, Südsee, leben in seichtem Wasser, continental und abyssal.

2. *Cribraster* Perrier 1891.

Unterscheidet sich von *Cribella* durch Paxillen auf der Bauchfläche. Scheibe grösser. Ventrolateralplatten bilden nicht Längsreihen. Kiemen-

bläschen fehlen auf der Bauchfläche. Bewaffnung: ein grosser gebogener Adambulacralstachel und zwei kleinere.

Literatur: **Perrier** (418).

Art: *sladeni* Perrier. Iles Malouines.

3. *Perknaster* Sladen 1889.

Scheibe breit, Arme cylindrisch, zugespitzt. Rückenfläche und Seiten bedeckt mit kleinen Platten, die Gruppen kurzer Stacheln, die mit Haut bedeckt sind, tragen (paxillenähnlich). Adambulacralbewaffnung: ein bis zwei quere Reihen von Stacheln. Ambulacralfüsschen zweireihig. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **Sladen** (503).

Arten: *densus* Sladen, *fuscus* Sladen; Südsee litoral.

4. *Echinaster* Müller u. Troschel 1840.

= *Stellonia* Nardo, *Othilia* Gray, *Rhopia* Gray.

Arme verlängert, drehrund. Rückenskelett aus grösseren Hautplatten und kleinen Connectivplatten bestehend, bildet ein Netzwerk. Rückenfläche mit isolirten Stacheln auf einer Erhebung. Kiemenbläschen stehen in den Maschen des dorsalen Netzwerkes. Adambulacralbewaffnung: ein gebogener Stachel und zwei ventrale grosse Stacheln, die oft durch eine Haut verbunden sind. Zwischenrandplatten zwischen oberen und unteren Randplatten. Füsschen zweireihig. Pedicellarien fehlen.

Literatur: **A. Agassiz** (3); **L. Agassiz** (10); **delle Chiaje** (83); **Döderlein** (Semon, Forschungsreisen, Bd. 5); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174); **Grube** (193); **Koehler** (Mém. Soc. France, 1894); **Leipoldt** (Z. wiss. Zool., Bd. 59); **Lamarck** (275); **de Loriol** (294, Mém. Soc. Genève, 32); **Ludwig** (Seesterne, Fauna Neapel, 1897); **Lütken** (317); **v. Marenzeller** (Denkschr. Wien. Akad., 1895); **v. Martens** (338); **Marchisio** (Boll. Mus. Torino, 1896); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399); **Retzius** (448); **Risso** (450); **Russo** (454); **Sars** (469); **Say** (476); **Sladen** (503); **Smith** (508, 510); **Sluiter** (Bijdr. Dierk., Leiden 1895); **Studer** (526); **Verrill** (549).

Arten: *brasiliensis* Müller u. Troschel, *callosus* v. Marenzeller, *crassus* Müller u. Troschel, *cribella* Lütken, *deplanatus* Grube, *eridanella* Müller u. Troschel, *lacunosus* Grube, *modestus* Perrier, *panamensis* Leipoldt, *purpureus* (Gray) Bell, *rigidus* Grube, *scorbiculatus* Danielssen u. Koren, *sentus* (Say) Lütken, *sepositus* (Lamarck) Müller u. Troschel, *serpentarius* Müller u. Troschel, *sladeni* Loriol, *spinosus* (Retzius) Müller u. Troschel, *spinulifer* Smith, *tenuispinus* Verrill, *vestitus* Perrier.

In allen Meeren litoral. Im Mittelmeer lebt *sepositus*, von Ludwig ausführlich geschildert (Fauna und Flora Neapel, Monographie 24, Seesterne, 1897). Für *serpentarius* errichtete Ives (P. Ac. Philadelphia, 1890) die neue Gattung *Thyraster*.

5. *Plectaster* Sladen 1888.

Scheibe klein. Netzwerk der Rückenplatten sehr weitmaschig, in denen viele Kiemenbläschen (Porenfelder) stehen. Rückenplatten mit

Gruppen von Stacheln. Adambulacralbewaffnung: Stacheln in doppelten Längsreihen gestellt.

Literatur: **Bell** (Zool. Anz. 1888); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (410); **Sladen** (503).

1 Art: *decanus* (Müller u. Troschel) Sladen, im südpacifischen Ocean litoral.

6. *Dictyaster* Alcock u. Wood-Mason 1891.

Scheibe verhältnissmässig gross, Arme ziemlich breit. Rückenfläche mit unregelmässigen Platten, die ein weitmaschiges Netzwerk bilden; die meisten tragen Stacheln. Kiemenbläschen gruppenweise in den Maschen. Obere Randplatten abwesend oder nicht wahrnehmbar, untere Randplatten mit einem oder mehreren gedrungenen Stacheln. Adambulacralbewaffnung: doppelte Reihe von Stacheln.

Literatur: **Alcock u. Wood-Mason** (Ann. u. Mag. Nat. Hist., 1891); **Alcock** (Ann. u. Mag. Nat. Hist., 1893).

2 Arten: *Wood-Masoni* Alcock, *xenophilus* Alcock u. Wood-Mason. Andaman See, erstere litoral, letztere abyssal.

Subfamilie: *Valvasterinae.*

Scheibe mässig gross. Fünf Arme. Rückenplatten regelmässig angeordnet mit kleinen isolirten Stacheln. Randplatten mit einer grossen klappenförmigen Pedicellarie, die von Stacheln umgeben ist. Ventrolateralplatten mit einem oder mehreren Stacheln.

7. *Valvaster* Perrier 1875.

Literatur: **Gray** (178); **Lamarck** (275); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (398).

1 Art: *striatus* (Lamarck) Perrier, Mauritius litoral.

VII. Familie ***Heliasteridae*** Viguier 1878.

Scheibe breit, mehr als 25 Arme. Rückenskelett netzförmig, dessen Platten einzelne oder mehrere Stacheln tragen (niemals Paxillen). Mit doppelten Interbrachialsepten. Adambulacralbewaffnung: eine Reihe Stacheln. Ambulacralfüsschen vierreihig.

1. *Heliaster* Gray 1840.

Literatur: **L. Agassiz** (10); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Lamarck** (275); **Müller u. Troschel** (375); **Sladen** (503); **Verrill** (549); **Xantus** (581).

5 Arten: *canopus* Perrier, *cumingii* (Gray) Verrill, *helianthus* (Lamarck) Dujardin u. Hupé, *microbrachia* Xantus, *multiradiata* (Gray) Verrill.

Leben an der Westküste von Süd-Amerika litoral.

VIII. Familie ***Pedicellasteridae*** Perrier 1884.

Scheibe klein, Arme cylindrisch. Rückenskelett zusammengesetzt aus kleinen Platten, netzförmig, in den Armen in Längs- und Querreihen angeordnet, sodass viereckige Maschen entstehen. Peristom adambulacral. Adambulacralplatten kurz, mit je einem Furchenstachel. Ambulacralfüsschen zweireihig, mit Saugscheibe. Gekreuzte und oft gerade Pedicellarien.

1. *Pedicellaster* Sars 1861.

Fünf oder sechs Arme. Rückenskelett der Arme netzförmig, mit einzelnen Stacheln. Untere Randplatten undeutlich. Kiemenbläschen einzeln oder in kleinen Gruppen.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Perrier** (409, Talisman); **Smith** (508); **Sars** (470); **Sladen** (503); **Studer** (527).

7 Arten: *atratus* Alcock, *hypernotius* Sladen, *palaeocrystallus* Sladen, *pourtalesi* Perrier, *sarsii* Studer, *scaber* Smith, *sexradiatus* Perrier, *typicus* Sars.

Leben im atlantischen Ocean und der Südsee, meist litoral, nur *sexradiatus* abyssal.

2. *Coronaster* Perrier 1884.

Scheibe abgeplattet, 9—12 Arme. Rückenskelett mit rechteckigen Maschen. Kiemenbläschen in Gruppen. Pedicellarien gekreuzt. Stacheln tragen in halber Höhe einen Kranz von Pedicellarien, die schirmartig ausgebreitet sind. Adambulacralbewaffnung: ein Furchenstachel und wenigstens zwei Ventralstacheln.

Literatur: **Perrier** (413, Talisman 1894); **Studer** (527).

3 Arten: *antonii* Perrier, *octoradiatus* Studer, *parfaiti* Perrier.

3. *Lytaster* Perrier 1894.

Scheibe abgeplattet, Armzahl bei derselben Art sehr variabel. Rückenskelett von grossen Platten, deren jede einen grossen Stachel trägt, gebildet, die ein unregelmässiges Netzwerk bilden. Adambulacralbewaffnung: ein Furchenstachel.

Literatur: **Perrier** (Talisman 1894).

1 Art: *inaequalis* Perrier, Détroit de la Bocayna, litoral.

4. *Gastraster* Perrier 1894.

Scheibe und Arme ein wenig aufgeblasen. Rückenskelett netzförmig, auf den Armen sind die Platten in Längsreihen gestellt, jede mit zahlreichen Stacheln. Pedicellarien gekreuzt. Adambulacralplatten mit einem Furchenstachel und einem ventralen Stachel. Kiemenbläschen einzeln auf der Scheibe.

Literatur: **Perrier** (409, Talisman 1894).

1 Art: *margaritaceus* Perrier (Açoren), nordatlandischer Ocean abyssal.

IX. Familie ***Asteriidae*** Gray 1840.

Scheibe ziemlich klein, Arme lang. Rückenskelett netzförmig, aus ungleichen Platten gebildet, die einzelne Stacheln oder Gruppen von solchen tragen. Ambulacrales Peristom, 5—12 Arme. Pedicellarien gekreuzt und gerade. Adambulacralbewaffnung: 1—3 Stacheln in Reihen längs der Ambulacralfurche. 1 oder 2 Reihen Kiemenbläschen einzeln oder in Gruppen. Ambulacralfüsschen vierreihig, mit deutlicher Saugscheibe.

1. *Asterias* Linné 1766.

= *Asterias* (*pars*) Linné, *Stellonia* (*pars*) Nardo, *Uraster* (Agassiz) Forbes, *Asteracanthion* (*pars*) Müller und Troschel, *Leptasterias* Verrill, *Coscinasterias* Verrill, *Margaraster* Hutton, *Marthasterias* Jullien.

Rückenskelett gut entwickelt, netzförmig, die Platten tragen Stacheln.

Die grosse Zahl der unter dem Gattungsnamen *Asterias* beschriebenen Asteriden zeigt unter einander derartige Verschiedenheiten, dass man versucht hat, die in einzelnen Merkmalen übereinstimmenden Arten in besonderen Untergattungen zusammenzustellen. Bell (31) versuchte zuerst nach besonderen Merkmalen die Arten zu gruppiren, nämlich nach der Zahl der Arme, der Madreporenplatten und der Längsreihen der adambulacralen Stacheln. Weiter berücksichtigt er die Form und Anordnung der Rückenstacheln. Sein System hat aber keinen Anklang gefunden. Nächst Bell hat Sladen die Untergattungen *Asterias, Cosmasterias, Smilasterias, Hydrasterias, Leptasterias, Stolasterias* aufgestellt, während er die übrigen Arten als nicht eingereiht anführt. Neuerdings hat Perrier (Expédit. scientif. du Travailleur et du Talisman, Paris 1894, Echinodermes, P. 1) diese Untergattungen zu Gattungen erhoben und zugleich neue Gattungen hinzugefügt, ohne aber die einzelnen Arten in ihrer Zugehörigkeit zu seinen 14 Gattungen zu beschreiben. Es wird nur dem Asteriden-Systematiker beschieden sein, eine natürliche Eintheilung dieser Gattung zu geben, welchem das Material zur Vergleichung vorliegt, zumal einzelne Artenbeschreibungen ganz unzulänglich sind, sodass man in Verlegenheit käme, sollte man sie in einzelne der 14 Perrier'schen Gattungen einordnen. Wir führen aus diesen Gründen die einzelnen Arten an, indem auf die Bell'sche und Sladen'sche Eintheilung verwiesen sein mag.

Literatur: **A. Agassiz** (5); **L. Agassiz** (10); **Alcock u. Wood-Mason** (Ann. Mag. Nat. Hist. 1891); **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist. 1893); **Bell** (31, 32, 37, 45, 46, 47, 50, 51, 56); **Blainville** (66); **Brandt** (68, 69); **Cuénot** (93); **Danielssen u. Koren** (106, 107); **Delle Chiaje** (83); **Düben u. Koren** (116); **Dujardin u. Hupé** (117); **Gray** (174, 178); **Grube** (196); **Heller** (222, 223); **Koehler** (258, Mem. Soc. Zool. France T. 7, 1894); **Kükenthal u. Weissenborn** (272); **Lamarck** (275); **Leipoldt** (Z. f. wiss. Zool. 1895); **Linné** (286); **de Loriol** (294); **Ludwig** (302, Seesterne Neapel, 1897); **Lütken** (312, 313); **v. Marenzeller** (Denkschr. Akad. Wien, 1891, 1893, 1895); **Meissner** (346); **Meissner u. Collin** (Wiss. Meeresunters. Kiel, 1894); **Müller u. Troschel** (369, 375); **O. F. Müller** (378); **Möbius** (364); **Möbius u. Bütschli** (366); **Norman** (388); **d'Orbigny** (20); **Pennant** (397); **Perrier** (398, 399, 401, 403, 410, 412, 417, 420); **Rathbun** (442); **Sars** (469, 470); **Sladen** (503, 504); **Sluiter** (Bijdr. Dierk., Leiden 1895); **Stimpson** (516, 517); **Studer** (522, 526, 527); **Stuxberg** (532, 534); **Verrill** (553, Americ. Journ. Sc. 1895).

123 (?) Arten: *acervata* Stimpson, *acutispina* Stimpson, *aequalis* Stimpson, *africana* Müller u. Troschel, *alba* Bell, *amurensis* Lütken, *angulosa* Perrier, *antarctica* (Lütken) Perrier, *atlantica* Verrill, *austera* Verrill, *bellii* Studer, *borbonica* Perrier, *brachiata* Perrier, *brandti* Bell, *brevispina* Stimpson, *briareus* Verrill, *calamaria* Gray,

camtschatica Brandt, *capensis* Perrier, *capitata* Stimpson, *clavata* (Philippi) Perrier, *compta* Stimpson, *conferta* Stimpson, *contorta* Perrier, *cribraria* Stimpson, *cunninghami* Perrier, *disticha* (Brandt) Perrier, *edmundi* Ludwig, *enopla* Verrill, *epichlora* Brandt, *eustyla* Sladen, *exquisita* de Loriol, *fascicularis* Perrier, *fernandensis* Meissner, *fissispina* Stimpson, *forbesi* (Desor) Verrill, *forreri* de Loriol, *fragilis* Studer, *fulgens* (Philippi) Perrier, *fulva* (Philippi) Perrier, *fungifera* Perrier, *gelatinosa* Meyen, *gemmifera* Perrier, *georgiana* Studer, *germaini* (Philippi) Perrier, *glacialis* O. F. Müller, *glomerata* Sladen, *gracilis* Perrier, *groenlandica* (Lütken) Stimpson, *gunneri* Danielssen u. Koren, *guernei* Perrier, *hartii* Rathbun, *hexactis* Stimpson, *hispida* Pennant, *hispidella* Verrill, *hyperborea* Danielssen u. Koren, *inermis* Bell, *janthina* Bell, *japonica* Stimpson, *katherinae* Gray, *koehleri* de Loriol, *lacazii* Perrier, *linckii* Müller u. Troschel, *linearis* Perrier, *littoralis* Stimpson, *lurida* (Philippi) Perrier, *lütkeni* Stimpson, *mazophorus* Alcock u. Wood-Mason, *meridionalis* Perrier, *mexicana* (Lütken) Perrier, *mitis* (Philippi) Perrier, *mollis* Hutton, *mülleri* Sars, *murrayi* Bell, *nautarum* Bell, *normani* Danielssen u. Koren, *nuda* Perrier, *obtusispinosa* Bell, *ochotensis* (Brandt) Perrier, *ochracea* Brandt, *ophidion* Sladen, *ornans* Sluiter, *orsinii* Leipoldt, *panopla* Stuxberg, *paucispina* Stimpson, *pectinata* Brandt, *perrieri* Smith, *philippi* Bell, *platei* Meissner, *polaris* (Müller u. Troschel) Verrill, *rarispina* Perrier, *richardi* Perrier *rodolphi* Perrier, *rollestoni* Bell, *rubens* Linné, *rugispina* Stimpson, *rupicola* Verrill, *saanichensis* de Loriol, *scabra* (Hutton) Perrier, *scalprifera* Sladen, *sertulifera* Xantus, *sinusoida* Perrier, *spectabilis* (Philippi) Perrier, *spirabilis* Bell, *spitzbergensis* Danielssen u. Koren, *steineni* Studer, *stichantha* Sladen, *studeri* Bell, *sulcifera* Perrier, *tanneri* Verrill, *tenera* Stimpson, *tenuispina* Lamarck, *tomidata* Sladen, *torquata* Sladen, *triremis* Sladen, *trochelii* Stimpson, *vancouveri* Perrier, *varia* (Philippi) Perrier, *verrilli* Bell, *versicolor* Sladen, *vesiculosa* Sladen, *violacea* O. F. Müller, *volsellata* Sladen, *vulgaris* Packard.

Von diesen 123 Arten ist eine grosse Zahl unzweifelhaft synonym.

Diese Gattung lebt in allen Meeren, meist in seichtem Wasser, nur einzelne, wie *ophidion, vesiculosa,* sind abyssal. Im Mittelmeer leben *tenuispina*, *glacialis*, *edmundi*, *richardi*, die durch Ludwig eine erschöpfende Untersuchung erfahren haben. (Fauna u. Flora d. Golfes von Neapel, Monographie 24, Seesterne, 1897).

2. *Calvasterias* Perrier 1875.

Rückenskelett gebildet von dachziegelartigen breiten Platten — (*Asterina*-ähnlich) — die in unregelmässigen Längsreihen stehen und von einer dicken Haut bedeckt werden. Ventrolateralplatten rudimentär. Randplatten mit 2—3 beweglichen Stacheln. Adambulacralbewaffnung: ein cylindrischer Stachel. Kiemenbläschen in Gruppen von 5—6.

Literatur: **Bell** (31); **Perrier** (399); **Sladen** (503).

Arten: *antipodum* Bell, *asterinoides* Perrier, *stolidota* Sladen.

Leben im südatlantischen, südpacifischen Ocean und malayischen Archipel litoral.

3. *Uniophora* Gray 1840.

Rückenskelett mit breiten sphärischen Tuberkeln. Ventrolateralplatten stehen in mehreren regelmässigen Längs- und Querreihen.

Literatur: **Bell** (31); **Gray** (174, 178); **Lamarck** (275); **Müller u. Troschel** (375); **Perrier** (399).

2 Arten: *globifera* Gray, *granifera* (Lamarck) Bell.

Im südpacifischen Ocean litoral.

4. *Anasterias* Perrier 1875.

Rückenskelett gänzlich rückgebildet. Fünf Arme.

Literatur: **Perrier** (399); **Studer** (527); **Verrill** (Proc. U. St. Nat. Mus., 1894).

3 Arten: *minuta* Perrier, *multicostata* Verrill, *perrieri* Studer; letztere Art im südatlantischen Ocean.

5. *Pycnopodia* Stimpson 1861.

Rückenskelett der Arme rudimentär. Arme mehr als sieben.

Literatur: **Brandt** (69); **Stimpson** (517).

1 Art: *helianthoides* (Brandt) Stimpson; Nordpacific litoral.

X. Familie ***Brisingidae*** Sars 1875.

Scheibe klein. Arme sehr zahlreich und lang. Randplatten rückgebildet. Rückenskelett rückgebildet oder nur auf der Scheibe und den Genitalöffnungen. Stachel in einer Haut liegend, bedeckt mit gekreuzten Pedicellarien. Interbrachialsepten fehlen. Peristom adambulacral oder indifferent. Ambulacralfüsschen zweireihig. Gekreuzte und gerade Pedicellarien.

1. *Brisinga* Asbjörnssen 1856.

Scheibe sehr klein, kreisrund, Rückenfläche mit bedornter lederartiger Haut. Arme lang, cylindrisch, zugespitzt (7—15). Rückenskelett der Scheibe besteht aus kleinen sich berührenden Platten; das der Arme aus queren Skelettbögen, die an der Spitze der Arme fehlen. Kiemenbläschen fehlen.

Literatur: **Alcock u. Wood-Mason** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1891); **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Asbjörnssen** (473); **Koehler** (Rev. Biol. Nord France, 1895); **de Loriol** (294); **Perrier** (411, Talisman 1894); **Sars** (464, 473); **Studer** (526); **Viguier** (559); **Verrill** (Proc. U. St. Mus., 1894).

15 Arten: *andamanica* Alcock u. Wood-Mason, *armillata* Sladen, *bengalensis* Alcock u. Wood-Mason, *coronata* Sars, *costata* Verrill, *cricophora* Sladen, *discincta* Sladen, *endecacnemos* Asbjörnssen, *gunnii* Alcock, *hirsuta* Perrier, *insularum* Alcock u. Wood-Mason, *mediterranea* Perrier, *membranacea* Sladen, *multicostata* Verrill, *verticillata* Sladen.

Im nordatlantischen, nordpacifischen (*armillata*) Ocean und der Südsee (*membranacea*) continental und abyssal.

2. *Odinia* Perrier 1885.

Scheibe klein, mit kleinen Plättchen, zwischen ihnen stehen Kiemenbläschen. 14—19 Arme. Rückenskelett nicht netzförmig, beschränkt auf die Armbasis, besteht aus queren Skelettbögen, die von einander getrennt sind; in den Zwischenräumen kleine mosaikartig angeordnete Platten. Kiemenbläschen zwischen letzteren. Gekreuzte Pedicellarien.

Literatur: **Koehler** (Rev. Biol. Nord France, T. 7, 1895; Ann. Univ. Lyon, 1896); **Perrier** (411, 412, Talisman 1894); **Verrill** (Proc. U. St. Mus., 1894).

5 Arten: *americana* Verrill, *elegans* Perrier, *pandina* Sladen, *robusta* Perrier, *semicoronata* Perrier.

Leben nur im nordatlantischen Ocean continental und abyssal.

3. *Labidiaster* Lütken 1871.

Scheibe gross, Arme zahlreich, Rückenskelett besteht aus einem Balkennetz von Kalkstäbchen; an den Kreuzungsstellen ein bis zwei kleine bewegliche Stacheln. Rückenskelett der Arme wie auf der Scheibe. Gekreuzte und gerade Pedicellarien. Peristom indifferent.

Literatur: **Lütken** (317); **Studer** (526); **Sladen** (503).

2 Arten: *annulatus* Sladen; *radiosus* Lütken.

Erstere in der Südsee und im malayischen Archipel, litoral und continental, letztere im südatlantischen und südpacifischen Ocean litoral.

4. *Gymnobrisinga* Studer 1884.

Dorsaltheil des Armes entbehrt des Hautskeletts. Gekreuzte Pedicellarien in Querreihen auf dem Arme. — Auf Grund nur eines Armes aufgestellt.

Literatur: **Studer** (526).

1 Art: *sarsii* Studer; Südsee litoral.

5. *Freyella* Perrier 1885.

Scheibe klein, 6—13 Arme. Rückenskelett der Scheibe und des basalen Theils der Arme aus polygonalen dachziegelartigen Platten zusammengesetzt, die mit Stacheln und gekreuzten Pedicellarien besetzt sind. Ohne Kiemenbläschen. Keine unpaare Interradialplatte zwischen dem ersten Paar der Adambulacralplatten.

Literatur: **Alcock** (Ann. Mag. Nat. Hist., 1893); **Perrier** (407, 411, Talisman 1894); **Sladen** (503); **Verrill** (Proc. U. Nat. Mus., 1894).

16 Arten: *americana* Verrill, *aspera* Verrill, *attenuata* Sladen, *benthophyla* Sladen, *bracteata* Sladen, *dimorpha* Sladen, *echinata* Sladen, *edwardsi* Perrier, *elegans* Verrill, *fragilissima* Sladen, *heroina* Sladen, *microspina* Verrill, *pinnata* Sladen, *polycnema* Sladen, *remex* Sladen, *sexradiata* Perrier, *spinosa* Perrier, *tuberculata* Sladen.

Fehlen nur in der Südsee, sind mit Ausnahme von *americana* Tiefseebewohner.

6. *Colpaster* Sladen.

Scheibe klein, sieben lange Arme. Rückenskelett der Scheibe und

des basalen Theils der Arme aus dachziegelartigen Platten zusammengesetzt. Mit unpaarer Interradialplatte zwischen dem ersten Paar der Adambulacralplatten.

Literatur: **Sladen** (503).

1 Art: *scutigerula* Sladen; nordatlantischer Ocean abyssal.

Zweifelhafte Gattungen: *Hymenodiscus* Perrier 1880 mit *H. agassizii* Perrier Antillenmeer, wahrscheinlich Jugendform einer *Brisinga*; *Brisingaster* de Loriol 1884.

E. Geographische Verbreitung.

1. Die horizontale Verbreitung.

Die Seesterne sind in allen Meeren heimisch. Wir treffen sie in den kältesten wie in den tropischen Gegenden an. Eine Darstellung ihrer geographischen Verbreitung gab Perrier (402), während besonders für das Mittelmeer durch die Arbeiten von v. Marenzeller (337) und Ludwig (302, Seesterne, Fauna u. Flora Neapel) ihre Biologie bekannt geworden ist.

Wenn wir die einzelnen Familien der Asteriden zunächst ins Auge fassen, so sehen wir wie einzelne als Kosmopoliten über alle Meere verbreitet sind. Hierher gehören die Astropectiniden, die an Arten am reichsten, zugleich eine gleichmässige Verbreitung zeigen, was sich von den übrigen kosmopolitischen Familien nicht sagen lässt. Die Familie der Asteriden ist ebenfalls kosmopolitisch, allein sie unterscheidet sich von den Astropectiniden dadurch, dass die Zahl ihrer Arten in den kälteren Meeren überwiegt. Dasselbe gilt auch für die Echinasteriden und Solasteriden, welch letztere Familie besonders den nordatlantischen Ocean bevölkert. Andere Familien hingegen leben vorzugsweise in den wärmeren Meeren, wie die Linckiiden, deren Gattungen im indischen und südpacifischen Ocean sowie im malayischen Archipel vorherrschen. Für die Goniasteriden ist das Centrum ihrer Verbreitung die Westküste Australiens, der malayische Archipel und die Südsee. Ihre Zahl nimmt ab nach dem Osten, sodass man an der pacifischen Küste von Amerika nur wenige Arten antrifft. Ebenso gering sind sie in den europäischen Meeren und im atlantischen Ocean vertreten.

In dieselbe Gruppe sind beispielsweise die Pterasteriden, Porcellanasteriden und Brisingiden zu rechnen, deren grössere Zahl in den kälteren Zonen lebt, während die Asteriniden, mit Ausnahme der Gattung *Asterina*, die wärmeren Meere bevorzugen.

Gehen wir die einzelnen Gattungen durch, so können wir diese ebenfalls in zwei Gruppen eintheilen. Zur ersten gehören die Kosmopoliten, zur zweiten solche, deren Arten nur eine beschränkte Verbreitung haben. Als Typus der ersten Gruppe kann die Gattung *Asterias* gelten, der sich *Pentagonaster*, *Asterina* und *Astropecten* anschliessen. Diese Gattungen sind zugleich die an Arten zahlreichsten, sodass Perrier den Satz aufstellte, dass die geographische Ausbreitung mit der Zahl der Arten zunehme.

Zur zweiten Gruppe zählen wir die Gattungen *Plutonaster*, die bis auf zwei Arten im nordpacifischen Ocean leben, oder wie *Goniopecten*,

Marginaster und *Rhegaster* ausschliesslich auf den nordatlantischen Ocean beschränkt sind. Je geringer die Artenzahl ist, desto kleiner ist der Bezirk ihrer Verbreitung. So ist die Gattung *Cycethra* mit ihren wenigen Arten auf den südatlantischen, *Odinia* auf den nordatlantischen Ocean angewiesen.

Aehnliche Verhältnisse finden wir wieder, wenn wir die Verbreitung der Arten betrachten. Zwischen der Ostküste von Nordamerika und der europäischen Westküste, also dem atlantischen Ocean, finden wir keine Beziehungen. Ihre Arten sind verschieden und nur die hyperboräischen Arten, die auch in der Tiefsee leben, sind beiden Regionen gemeinsam, so *Cribrella oculata, Pteraster militaris* u. A. An der Ostküste Südamerikas und der Westküste Afrikas hingegen treffen wir theilweise dieselben Formen an; zwischen der Ost- und Westküste Amerikas, zwischen dem mittelländischen und dem rothen Meere bestehen jedoch keinerlei Beziehungen.

Von besonderem Interesse ist der Parallelismus zwischen den Arten der arktischen und antarktischen Fauna, auf den Perrier (417) besonders hingewiesen hat. Die folgende Liste zeigt diese frappante Erscheinung.

Arktisch:		Antarktisch:
1. *Brisinga coronata* Sars	entspricht	*Labidiaster radiosus* Lov.
2. *Pedicellaster typicus* Sars	„	*Pedicellaster scaber* E. Sm.
3. *Stichaster roseus* Müll.	„	*Stichaster aurantiacus* Meyen.
4. *Cribrella oculata* Linck	„	*Cr. pagenstecheri* Stud., *hyadesi* Perr. u. *studeri* Perr.
5. *Lophaster furcifer* Düb. u. Kor.	„	*Lophaster levinseni* Perr.
6. *Crossaster papposus* Fabr.	„	*Crossaster australis* Perr.
7. *Pentagonaster granularis* Müll.	„	*Pentagonaster austrogranularis* Perr.
8. *Hippasteria plana* Linck	„	*Hippasteria magellanica* Perr.
9. *Porania pulvillus* Müll.	„	*Porania antarctica* E. Sm.
10. *Goniopecten christi* Düb. u. Kor.	„	*Goniopecten fleuriasi* Perr.
11. *Ctenodiscus corniculatus* Linck.	„	*Ctenodiscus australis* Lütk.
12. *Pteraster militaris* Müll. u. Trosch.	„	*Pteraster ingoufi* Perr. u. *Pt. inermis* Perr.

Eine ausführliche Betrachtung verdienen die Seesterne des Mittelmeeres, deren horizontale Verbreitung besonders durch Ludwig (Seesterne in Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, Monographie 24, 1897) eine eingehende und erschöpfende Darstellung gefunden hat. Es sind 24 Arten, die zur Zeit aus dem Mittelmeer bekannt sind. Diese sind in der Weise vertheilt, dass die Zahl der Arten von Westen nach Osten abnimmt, sodass von den 24 Arten in der Adria nicht weniger als 8,

im übrigen östlichen Becken des Mittelmeers sogar 10 fehlen. Keine einzige Mittelmeer-Art kommt, wie wir schon anführten, im rothen Meere oder im weiteren Gebiete des indopacifischen Meeres vor. Wohl aber finden sich nicht weniger als 21 Mittelmeer-Arten im östlichen atlantischen Ocean. Nur 3 scheinen nach Ludwig bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse nach aussen von der Strasse von Gibraltar zu fehlen: *Astropectus spinulosus, jonstoni* und *Odontaster mediterraneus*. Die letztgenannte Art lebt aber nach Ludwig westlich der Gibraltar-Strasse; die beiden Astropectenarten haben sich aber vermuthlich entweder als Varietäten von einer oder als Bastardformen von zwei der drei anderen mittelmeerischen Astropecten-Arten abgespalten und dann allmählich zu selbständigen Arten ausgebildet (Ludwig). Für die 22 Arten nimmt dieser Forscher an, dass sie aus dem östlichen atlantischen Ocean in das Mittelmeer eingewandert seien, während zwei Arten autochthone Mittelmeer-Formen sind. Keine von ihnen scheint südwärts vom Aequator vorzukommen, während einzelne, wie *Luidia ciliaris* und *sarsi, Palmipes membranaceus* und *Asterias glacialis* in dem nördlichen Theil der Nordsee eindringen.

2. Verticale Verbreitung.

Man unterscheidet jetzt drei von oben auf einander folgende Schichten oder Zonen des Meeres, nämlich die litorale (0—300 m), die continentale (301—1000 m) und die abyssale (mehr als 1000 m). Der Antheil, den die einzelnen Familien an der Bevölkerung dieser drei Zonen haben, ist sehr verschieden. Auch hier können wir verschiedene Gruppen unterscheiden, indem einzelne Gattungen in allen drei Zonen gleich heimisch sind, andere in einer derselben, aber auch in die anderen Vertreter senden, während man endlich eine dritte Gruppe aufstellen kann, deren Gattungen ausschliesslich eine Zone bewohnen.

Zu der ersten Gruppe gehörten von den Archasteriden die Gattung *Pontaster*. Von den Solasteriden gehören folgende Gattungen hierher: Die Gattung *Crossaster* treffen wir in allen drei Zonen an, einzelne Arten, wie *affinis, papposus*, können sich den verschiedensten Temperaturverhältnissen anpassen. Dasselbe gilt für *Lophaster, Korethraster* und *Zoroaster*. Auch die Pterasteriden gehören hierher. Die Gattung *Pteraster* setzt sich aus Arten zusammen, die theils in allen drei Zonen, theils in nur einer leben, sei es die litorale, continentale oder abyssale. Die Arten von *Ctenodiscus* sind in allen Zonen gleich heimisch.

In die zweite Gruppe gehören zum Beispiel die Gattungen: *Asterias, Astropecten, Luidia, Ophidiaster, Pedicellaster*, litorale Gattungen, was aber nicht hindert, dass einzelne Arten auch in die continentale, ja abyssale Zone hinabsteigen. Für die Tiefseegattungen *Pararchaster*, *Plutonaster*, *Goniopecten, Hymenaster* gilt dasselbe, das heisst einzelne Arten verbreiten sich auch in die minder tieferen Zonen.

Die dritte Gruppe wird von einer grösseren Zahl von Gattungen zu-

sammengesetzt. Ausschliesslich litoral sind die Gattungen *Anthenea*, *Pentaceros* mit ihren vielen Arten, *Nidorella*, *Culcita*, *Cycethra*, *Patiria*, *Nepanthia*, *Asterina*, *Disasterina*, *Palmipes*, *Fromia*, *Ferdina*, *Linckia*, *Leiaster*, *Nardoa*, *Narcissia*, *Metrodira*, *Mithrodia*, *Heliaster*. Als ausschliessliche Tiefseegattungen sind folgende hervorzuheben: die Subfamilie der *Porcellanasterinae: Dytaster*, *Porcellanaster*, *Styracaster*, *Hyphalaster*, die Gattung *Benthaster* und Andere mehr.

Aus den Untersuchungen besonders von Agassiz, Perrier, Düben und Koren, Sladen, v. Marenzeller, Ludwig scheint hervorzugehen, dass die Zahl der Arten und besonders die der Individuen succesive nach der Tiefe zu abnimmt. Die meisten Arten scheinen die Tiefe von 300—1000 m zu bewohnen, doch ist zu hoffen, dass bei einer ausgebildeteren Technik des Dredschens auch aus den tieferen Schichten eine grössere Zahl von Asteriden erbeutet werden wird, wie Marenzeller überzeugt ist. Zu den Arten, die im seichten Wasser leben, und von denen einzelne in die litorale und abyssale Zone hinabreichen, treten in der letzteren neue Arten hinzu, die nur ihnen eigen sind. Die Anzahl der Arten, die beispielsweise aus der litoralen Zone in die continentale und abyssale hinabgehen, ist in den einzelnen Meeren verschieden. Nach Marenzeller ist im Mittelmeer ihre Zahl weit grösser als im atlantischen Ocean. Auch die Zahl der Arten aus der continentalen Zone, die die abyssale beleben, ist im Mittelmeer viel grösser, sodass die continentalen Arten über die abyssalen derart in der Mehrheit (12 gegen 1 Art!) sind, dass man von einer abyssalen Echinodermenfauna im Mittelmeer gar nicht sprechen kann, ein Resultat, zu dem auch Ludwig speciell für die Seesterne gekommen ist. Man kann nur, wenn man im Mittelmeer mit Ludwig in der 100 m-Linie eine Grenzlinie sieht, von 6 Arten des tiefen Wassers, die diese nicht überschreiten, die übrigen 18 die im niedrigen Wasser leben, unterscheiden.

Die grösste Tiefe, aus der Challenger Seesterne dredschte, beträgt 2900 Faden. Aus dieser Tiefe wurde *Freyella heroina* erbeutet. Die grösste Tiefe, aus welcher der Talisman und Travailleur Seesterne heraufbrachten, betrug 5005 m (*Crenaster semispinosus*).

F. Physiologie und Oecologie.

I. Function einzelner Organe und Organsysteme.

1. Die Haut.

Der Körper eines Seesterns besitzt einen Flimmerüberzug, der dafür sorgt, dass ununterbrochen, auch während der Ruhe, auf der Oberfläche eine Wassererneuerung stattfindet. So wird auch den Kiemenbläschen fortwährend neues Wasser zugeführt. An jungen Seesternen lässt sich leicht feststellen, dass die ganze Oberfläche wimpert; bei älteren Formen scheinen stellenweise die Wimpern verschwunden zu sein. Bei *Asterias* fand ich aber die Wimpern bei geeigneter Conservirung auch an ausgewachsenen geschlechtsreifen Exemplaren vor.

Einzelne Arten zeichnen sich durch eine geschmeidige, fleischige, selbst schleimige Oberfläche aus, die eine Folge der secretorischen Thätigkeit von Drüsenzellen ist (s. S. 506 f.). Hautdrüsen, wie sie bei *Echinaster sepositus* früher und *Cribrella oculata* jüngst durch Ludwig beschrieben worden sind, sind unzweifelhaft weiter verbreitet, als man jetzt annimmt. Lediglich die einer Untersuchung im Wege stehenden Schwierigkeiten haben ihr Bekanntwerden verhindert. Neuerdings beschreibt v. Marenzeller (Denkschr. Akad. Wien, Bd. 62) bei einer neuen Echinaster-Art von den Salomons-Inseln (*E. callosus*) Hautdrüsen, die weit in die Cutis hineinragen und mit denen der genannten Art grosse Aehnlichkeit besitzen. Dass einzelne Arten der Drüsenzellen, so die Cuénot'schen maulbeerförmigen Drüsen, zur Vertheidigung dienen, also kleinere Thiere durch ihr Secret zu lähmen oder zu töten vermögen, ist sehr wahrscheinlich. (Delle Chiaje 84, Cuénot, Ludwig.)

Die Seesterne sind unter allen wirbellosen Thieren die am besten bewehrten. Ihre feste durch Kalkplatten gestützte Haut mit Stacheln aller Art, Granula, Paxillen, Pedicellarien macht sie zu unangreifbaren Thieren. Dazu kommt noch, dass sie nach Parker (396) Gifte, Leucomaiin, produciren sollen, durch die der Tod kleiner Thiere, selbst Katzen, wie Versuche zeigten, verursacht werden kann.

Die chemische Zusammensetzung der Haut. Die organische Gerüstsubstanz der Asteridendecke ist nach Krukenberg ein Eiweisskörper, der sowohl von Pepsin wie von Trypsin zum grössten Theil verdaut wird. Weiter beschreibt Krukenberg einen Farbstoff, den er von *Astropecten aurantiacus* gewonnen hat, als Asterocyanin. Ueber das Pigment desselben Seesterns hat Heim (220) Untersuchungen angestellt, Die normale rothe Farbe ist ein Lutein. Die violette Farbe, die diese Art oft annimmt, soll von einer Alge bedingt werden. Eine ausführliche Untersuchung über dieses Thema steht zur Zeit noch aus.

2. Das Nervensystem.

(Tast-, Geruch-, Geschmack- und Lichtempfindungen, Autotomie, Abwehr- und Fluchtbewegungen.)

Die Empfindungen der Seesterne beruhen auf besonderen Sinneswerkzeugen. Ueber die ganze Haut vertheilt sind Epithelsinneszellen, die bald einzeln, bald in Gruppen gestellt sind (Hamann 212), so in den Spitzen der Ambulacralfüsschen, die als Tastorgane functioniren. Als Tastorgane sind insbesondere die terminalen Fühler und Füsschen an den Spitzen der Arme anzusprechen. Der terminale Führer gleicht in seinem ausgestreckten Zustande einem Füsschen. Das Epithel ist ebenso verdickt, wie es sonst an den Spitzen der Ambulacralfüsschen der Fall ist. Die „Tastfüsschen“, so nennen wir die in der Umgebung des terminalen Fühlers an der Spitze jeden Armes sich findenden Gebilde, besitzen keine Saugplatte; ihr Apikalende ist conisch zugespitzt. Auch fehlen ihnen, wie ich gezeigt habe, Kalkeinlagerungen. Die Nervenschicht ist in den Tastfüsschen weit stärker entwickelt als in den Saugfüsschen. Betrachtet man einen *Asterias* in Bewegung, so sieht man das Ende jeden Armes in die Höhe gekehrt, sodass der Augenwulst nach oben gewendet ist. Zugleich aber sind die Tastfüsschen in lebhafter Bewegung begriffen. Sie tasten im Wasser hin und her; falls sie an einem im Wege liegenden Gegenstand anstossen, wird derselbe nur immer von neuem betastet, ohne dass es aber zu einer Anhaftung käme. Sie dienen mithin nur als Tastorgane. Durch Nagel's*) Versuche ist es aber sehr wahrscheinlich geworden, dass die Tastfüsschen wie die Ambulacralfüsschen überhaupt, in besonders hervorragendem Maasse der Sitz eines Schmeckvermögens sind. Ihre Nervenapparate, die Epithelsinneszellen, sind Wechselsinnesorgane des chemischen und mechanischen Sinnes.

Prouho (437) hingegen erblickt in den Tastfüsschen Geruchsorgane. Der Geruch ist beim Aufsuchen der Nahrung nach diesem Forscher der leitende Sinn. Er bezeichnet die Tastfüsschen als „Palpen“. Sie functioniren also in derselben Weise wie die Fühler der Käfer, eine Ansicht, die viel für sich hat.

In welch ausserordentlicher Weise der Tastsinn bei den Seesternen ausgebildet ist, das geht aus den weiter unten beschriebenen Bewegungen hervor, die zum weitaus grössten Theile durch periphere Erregung von Tastnerven (theils vom dorsalen Integument aus, theils von den Saugfüsschen her) veranlasst werden (Preyer 436).

Tiedemann (545) schrieb den Seesternen bereits Geschmackssinn zu. Er folgerte ihn aus der Art der Nahrungsaufnahme. Der Seestern stülpt seinen Magen hervor, wie wir in einem späteren Kapitel sehen

*) Vergleichend-physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe, mit einleitenden Betrachtungen aus der allgemeinen vergleichenden Sinnesphysiologie, Heft 18, Bibliotheca zoologica, hgb. von Leuckart und Chun, 1894.

werden, sobald er auf Nahrungssuche geht, und prüft die ihn berührenden Dinge, indem er dann einzelne aufnimmt, andere nicht. Es muss ihm also ein Unterscheidungsvermögen zukommen. Ich meine, dass man den Sitz des Geschmacksvermögens in die Mundhaut verlegen muss, deren Sinnesepithelzellen mit ihren langen Cilien und dem basalen Nervenring eine solche Deutung geradezu herausfordern. (Vergl. Hamann, Asteriden, Taf. 6, Fig. 54).

Preyer (436) ist folgender Meinung. Die Wahl der zur Ernährung tauglichen Thiere und Thiertheile wird nach ihm jedenfalls viel mehr durch die Unterscheidung flüchtiger chemischer differenter Stoffe, d. h. durch einen Geruchssinn ermöglicht. Jedoch ist, fährt er fort, die Existenz specifischer Geschmacksnerven an der Mundöffnung nicht ausgeschlossen. Sie aber an der Spitze der Ambulacralfüsschen zu vermuthen scheint mir das Unwahrscheinlichste zu sein.

Einen gut ausgebildeten Geruchssinn schreibt Romanes (455) den Seesternen zu. Er experimentirte mit hungernden Seesternen (*Asterias rubens*), denen er ein bis zwei Zoll vom Ende des terminalen Fühlers ein Stück einer Krabbe vorhielt. Die Thiere bewegten sich in der Richtung der Nahrung und, indem Romanes die Nahrung fortzog, konnte er die Seesterne in jeder beliebigen Richtung sich bewegen lassen. Die Augen kommen hierbei nicht in Betracht, da auch amputirte Exemplare, ja selbst solche mit weiter gekürzten Radien dem Futter nachgingen. Er verlegt den Geruchssinn auf die ganze Länge der Bauchseite, da Krabbenstücke, die sie auf dem Rücken mit herumtragen, keinerlei Eindruck machten. Preyer prüfte diese Versuche an anderen Arten nach. Wenn er nicht konstante Resultate erhielt, so lag es daran, dass er die Thiere vorher nicht hatte hungern lassen.

Die Lichtempfindlichkeit der Seesterne hat zuerst Tiedemann (545) beobachtet. Er beschreibt, wie sie sich im belichteten Theile ihres halb bedeckten Behälters versammelten, und schloss, dass es die Haut sei, die lichtempfindlich sei. Durch Ehrenberg's Entdeckung der auf der Ventralseite des terminalen Fühlers gelegenen Augenflecke wurde es wahrscheinlich, dass diese das Licht allein empfinden können. Romanes (455) fand dementsprechend, dass geblendete *Asterias rubens* sich nicht wie die mit Augen versehenen, im helleren Theile ihres Aquariums ansammelten. Preyer konnte an den Seesternen des Mittelmeeres diese Funde bestätigen. Seine Versuche jedoch, die er zur Prüfung des Farbensinnes anstellte, hatten ein völlig negatives Resultat. Doch sind seine Versuche in diesem Punkte nicht erschöpfend. Dass die Seesterne lichtempfindliche Nerven besitzen, gilt für Preyer erwiesen, da die Richtung der Bewegung oft direct durch die Lichtempfindung bestimmt wird.

Loeb (Ueber Geotropismus bei Thieren, Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 49, 1891) ist der Meinung, es genüge zur Erklärung einzelner Bewegungen der Seesterne, wie beispielsweise des Dranges nach der Lichtquelle, die Annahme eines negativen Geotropismus oder positiven Helio-

tropismus. Ich gehe hier auf diese Ansichten nicht weiter ein, da sie durch Verworn (Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 50, S. 423—472) treffend zurückgewiesen worden sind. Durch Annahme des Geotropismus u. s. w. ist nur der äussere Erfolg des Reizes bezeichnet, der specielle Mechanismus und der psychische Act dabei muss in jedem Falle genau untersucht werden.

Ueber den Gehörsinn wissen wir nichts. Ein besonderes Organ ist nicht bekannt geworden. Die Seesterne werden daher die Schallreize vermuthlich nur als Erschütterung empfinden (Preyer). —

In welcher Weise sind die Seesterne gegen chemische und mechanische Reize empfindlich? Auch diese Frage hat Preyer durch eine grosse Zahl von Versuchen zu lösen versucht. Aus seinen mannigfachen Versuchen geht hervor, dass die auf Berührung, Erwärmung, auf einige chemische Reize ähnlich reagiren wie auf elektrische.

Berührt man die ausgestreckten Saugfüsschen, so entleeren sie aus ihren Höhlungen durch Contraction der Muskelfasern ihrer Wandung das Wasser in die Ampullen, wogegen auf Reizung der Ampullen ihre Entleerung in die Saugfüsschen stattfindet (Tiedemann). Diese Retraction erfolgt nach jeder leisen Berührung und zeigt ihr Ausbleiben einen abnormen Zustand, Absterben, Erschöpfung, Vergiftung an. Nach chemischer Reizung, etwa durch ein Minimum von Säure oder destillirtes Wasser erfolgt ebenfalls diese locale Retraction. Dasselbe ist der Fall nach Einwirkung einzelner Gifte, wie Nicotin, Alkohol, Chloroform.

Jeder ventrale oder dorsale Reiz verursacht nach Preyer stets die Einziehung der Füsschen, niemals aber das Ausstrecken. Nur wenn ein localer dorsaler Reiz irradiirt, so ist stets eine allgemeine Ausstreckung vom Centrum aus die Folge, niemals ein Einziehen. Preyer nennt diesen Satz das Gesetz der ambulacralen Bewegung.

Die Autotomie. Eine räthselhafte Erscheinung ist die Selbstamputation des Armes oder eines Theilstückes eines solchen seitens des Seesternes. Preyer erzählt, wie er einen *Asterias glacialis* in die Hand genommen hatte ohne ihn zu drücken, und wie das Thier, fortkroch und dabei einen Arm zurücklies. Erwärmt man diese Seesterne im Meerwasser über 34° hinaus, so brechen die Arme schon beim Anfassen leicht ab. Bindet man einen *Asterias* an Gläser unter Wasser fest, so tritt die Selbstamputation nach einigen Tagen ein. Bei *Luidia ciliaris* kann man durch Reizung einer beliebigen Stelle der Rückenhaut eines seiner sieben Strahlen die Ablösung des distalen Stückes von der Reizstelle an herbeiführen, „während es sehr schwer und in der gleichen Zeit oft unmöglich ist, ohne Instrumente mit den Händen allein einen ebensolchen Strahl so glatt abzubrechen“ (Preyer).

Abwehrbewegungen. Romanes u. Ewart (455) haben bei *Asterias* beobachtet, wie nach dorsaler Reizung eines Strahles der Seestern mit dem Nachbarstrahl darüber hinfahre, als wenn er etwas abwischen wollte, eine Beobachtung, die Preyer anzweifelt.

Fluchtbewegungen. Nach künstlicher, starker Reizung treten regelmässig Fluchtbewegungen ein, selbst nach einem Schnitt durch einen Radius fliehen die Thiere nach Romanes u. Ewart in gerader Linie, nach Reizung zweier Stellen in der Diagonale. Preyer konnte diese Angaben nicht bestätigen, er sah sogar einen *Asterias glacialis* sich nach der Reizstelle bewegen. Isolirte Radien kriechen in der Regel fort von der Reizgegend. Weiter stellte Preyer Versuche an, die ergeben sollten, ob Seesterne sich aus ungewöhnlichen, von ihnen niemals erlebten Situationen befreien könnten, und bejaht diese Frage. Es würde zu weit führen, auf alle diese Versuche einzugehen; nur so viel sei bemerkt, dass Preyer den Boden des Thatsächlichen verlässt, wenn er auf Grund aller seiner Versuche den Seesternen Ueberlegung und Intelligenz zuschreibt, die Fluchtbewegungen gar als bewusste ansieht, während wir es mit echten Reflexbewegungen zu thun haben.

Die Einwirkung verschiedener Gifte. Durch Vulpian (564), Steiner, Preyer (436), Stassano (Mém. Soc. Biol., Paris 1883), Danilewsky (Pflüger's Arch. f. Physiol. Bd. 51, 1892), Demoor und Chapeaux (108) u. A. wurden Versuche über die Einwirkung von Giften auf lebende Seesterne unternommen. Gegen Curare, das ihnen in ziemlicher Menge injicirt worden war, waren sie ziemlich lange unempfindlich. Das Vermögen der Selbstwendung blieb ihnen noch stundenlang erhalten. Selbst in Curarelösungen gebracht, verminderten sich die Bewegungen der Saugfüsschen nicht erheblich. Aehnliches gilt von Blausäure. Entgegengesetzt verhielten sie sich gegen Nicotin. Die Füsschen werden contrahirt und es kommt zu keiner Selbstwendung. Auch gegen Chloroform sind sie ungemein empfindlich, erholen sich aber in frisches Meerwasser gebracht bald von der Chloroformnarkose (Preyer). Im Süsswasser tritt eine Starre ein; in wenigen Augenblicken verlieren sie das Vermögen sich zu wenden und die Füsschen zu strecken. Nach 10 Minuten (*Asterias glacialis*) war auch die mechanische Reizbarkeit erloschen. Jetzt in Seewasser gelegt, versuchte sich *Asterias* zu wenden und erholte sich binnen 12 Stunden vollständig. Eine gleiche Empfindlichkeit besitzen Seesterne gegen Temperaturerhöhungen (Preyer, Demoor u. Chapeaux).

3. Die Bewegungen.

(Ortswechsel, Kriechen, Klettern, Anheftung, Selbstwendung.)

Die Seesterne bewegen sich langsam vermittels ihrer Ambulacral- oder Saugfüsschen nur auf fester Unterlage fort, dabei auf die oft eingekrümmten Arme gestützt. Die Saugfüsschen können sich sehr verlängern und am Boden, Felsen, an beweglichen festen Körpern im Wasser ansaugen.

Der Act des Ansaugens beginnt mit einer Streckung des Füsschens, indem die Endplatte mit dem muskelfreien Ringwulst gegen die Wand gedrückt wird. Dies geschieht durch die Füllung des Füsschencanales

vom Wassergefäss aus. Jetzt zieht sich durch Contraction der Längsmuskelfasern, die den centralen Canal umfassen, die Endplatte (Saugplatte) zurück, während der überstehende Rand luftdicht an der Wand haften bleiben muss, da er nicht mit zurückgezogen wird, während die Platte wie ein Stempel in einer Spritze zurückgeht und der Wasserdruck sammt dem Luftdruck von aussen auf das Füsschen wirkt. So ist ein kleiner luftleerer oder luftverdünnter mit Wasserdampf erfüllter Raum am Ende des Saugfüsschens, im Centrum der Saugplatte, entstanden. Die Ansaugung ist so fest, dass bei einer gewaltsamen Loslösung des Thieres von der Haftfläche die Füsschen statt sich zu lösen, zerreissen. Die Loslösung kommt dadurch zu Stande, dass Wasser vom radialen Wassergefäss aus in die Füsschen (vermittels der Ampulle) getrieben wird, sodass durch den inneren Druck der äussere Druck compensirt wird, der leere Raum verschwinden muss und die Saugplatte nicht mehr adhäriren kann (Preyer).

Eine andere Frage ist die, wie heften sich diejenigen Arten an, deren Ambulacralfüsschen nicht mit einer Platte versehen sind, sondern ein kegelförmig zugespitztes Ende besitzen. Hierher gehört *Astropecten*. Solche Seesterne kommen im freien Leben kaum in die Lage sich festzusaugen. Die genannte Gattung lebt im Meere auf sandigem Boden. Die Füsschen sind zugespitzt, damit sich der Seestern in den Sand bohren kann. Die Frage also, ob er sich mit dem spitzen Ende des Füsschens festsauge, oder ob er die Füsschenspitze seitlich anlege, ist dahin zu beantworten, dass er normaler Weise weder das eine noch das andere thut. Im Aquarium bewegt er sich wie auf Stelzen, aber zum Ansaugen kommt es nicht, und will er an der Glaswand hinaufklettern, so stürzt er unfehlbar herab.

Das Kriechen und Klettern. Die Seesterne mit echten Saugfüsschen vermögen nicht nur auf horizontalen Flächen sich nach allen Richtungen zu bewegen, sie sind auch im Stande verticale Flächen hinaufzukriechen. Wie Tiedemann (545) genau geschildert hat, geht die Fortbewegung in der Weise vor sich, dass die Füsschen in der Richtung der Ortsveränderung vorgestreckt werden, sich festsaugen und den Körper durch ihre Contraction nach sich ziehen. Dabei wechselt Einziehen und Wiederausstrecken der einzelnen Füsschen ununterbrochen ab. Hierdurch bewegen sie sich ziemlich schnell. Nach Romanes und Ewart legt ein *Astropecten aurantiacus* in einer Minute 30—60 cm zurück. Bei dieser Art ist die Bewegung eine andere als bei den mit Saugfüsschen versehenen Arten. Sie geht wie auf Stelzen, indem das Ansaugen an den Boden und damit das Nachziehen des Körpers wegen der Rückbildung oder mangelhaften Ausbildung des Saugapparates der Füsschen durch ein Heben und — nach der plötzlichen Entleerung und Einziehung der letzteren eintretendes — jähes Niedergehen des ganzen Thieres ersetzt wird (Preyer). Andere Arten, wie *Asterias rubens*, kriechen in einer Minute 5—8 cm. An verticaler Glaswand legte eine grosse *Asterias*

glacialis in horizontaler Richtung über 10 cm in einer Minute zurück. Am langsamsten bewegen sich diejenigen Arten, deren Arme mehr oder weniger mit der Scheibe verbunden sind, wie *Asterina, Palmipes.* — Abgetrennte Arme kriechen und klettern noch tagelang vor- oder rückwärts, aber immer ziellos, es ist also zum Umherkriechen der centrale Nervenring nicht nothwendig. Ist jedoch ein Stück von ihm am losgelösten Arm vorhanden, so erfolgen die Bewegungen wie bei einem intacten Individuum, da der Schlundring die Coordination der Bewegungen bedingt (Preÿer). Beim Klettern sollen sich nach Romanes und Ewart (455) die Pedicellarien betheiligen. Jedenfalls ist dies aber nicht ihre Hauptfunction.

Die Selbstwendung. Legt man Seesterne auf den Rücken, so drehen sie sich mit Hilfe ihrer Füsschen um, und zwar mit dem einen Arme beginnend, in etwa $^{1}/_{2}$—1 Minute (*Asterias rubens*). Auch Fragmente von Armen, oder ganze Arme, besitzen dieses Vermögen der Selbstwendung. Ebenso wenden sich die Individuen nach Ausschaltung einzelner Armabschnitte. Wird jedoch vom Munde aus der Nervenring fünfmal (*Astropecten*) durchschnitten, dann verliert das Thier nach Vulpian, Romanes und Ewart dieses Vermögen, nach Preyer soll es aber auch jetzt noch erhalten bleiben. *Astropecten* kann sich auch ohne Betheiligung seiner Füsschen wenden, indem, wie Romanes und Ewart beschreiben, sich seine Scheibe hebt, auf den Spitzen von 3—4 Armen ruht und nun, zwei unterschlagend, die frei gehaltenen oben herumwirft (vergl. Preyer). Aus den Untersuchungen der verschiedenen Forscher geht hervor, dass bei den Seesternen jeder Theil, sei er peripher, sei er central gelegen (Stücke des Armes, Scheibe allein), das Selbstwendungsvermögen besitzt und nach der Isolirung bethätigt. Dieser Satz gilt aber, wohlgemerkt, nur für die *Asteriden*, nicht aber für die *Ophiuren* und andere Echinodermen!

4. Das Wassergefässsystem.

(Locomotorische, respiratorische Function.)

Da das Wassergefässsystem in engster Beziehung zur Bewegung steht, schliessen wir es hier an. Seine Function ist in erster Linie, die Ambulacralfüsschen mit Flüssigkeit zu versorgen; es dient also der Bewegung.

Die Frage, ob durch die Madreporenplatte und den Steincanal Wasser eingeführt werde, oder ob durch diese Organe Flüssigkeit nach aussen geführt werde, ist merkwürdiger Weise verschieden beantwortet worden. Hartog (216) hat zu verschiedenen Malen betont, dass die Function beider excretorisch sei, der Flüssigkeitsstrom bewege sich von innen nach aussen und das Madreporalsystem sei homolog einem Nephridium, eine Ansicht, der alle übrigen Echinodermenforscher jedoch widersprechen, so Perrier, Prouho, Cuénot und Ludwig. Ludwig wies experimentell nach, dass die Strömung sich in den Porencanälchen der Madreporenplatte

und im Steincanal von aussen nach innen bewege, und dass durch die Wimperhaare der Wandungszellen ein Strom in dieser Richtung erhalten werde. Diesen Ausführungen hat sich Cuénot (96, 99) vollständig angeschlossen.

Diesen Ansichten gegenüber, denen beizupflichten ist, möchte ich aber eins betonen: die Zellenauskleidung des Steincanales besteht keineswegs aus gleichgrossen Zellen. Wie ich früher (212) zeigte, kommen neben den langen Wimperzellen niedrige Zellen vor, die besonders die Schneckenwindungen, die in das Lumen des Steincanales hineinragen, besetzen. Ich nehme deshalb wie früher an, dass neben der Strömung nach innen auch eine solche nach aussen statt hat. Wo sollte auch das fortwährend eingeführte Wasser schliesslich bleiben! Es ist deshalb wahrscheinlich, dass die Inhaltsflüssigkeit des Wassergefässsystems auf demselben Wege, wie sie eingeführt wird, auch wieder ihren Ausweg findet, und dass somit ein Theil der Poren der Madreporenplatte als ausführende anzusehen ist. Das wird noch wahrscheinlicher, wenn wir bedenken, dass einzelne peripher gelegene Poren mit dem schlauchförmigen Canal in Verbindung stehen (vergl. oben S. 653). Wenn man aber dem Wassergefässsystem eine zweite Function, nämlich eine respiratorische, zuschreibt, so wird die eben ausgesprochene Ansicht noch wahrscheinlicher, denn fortwährende Erneuerung des der Athmung dienenden Wassers ist doch nur möglich, wenn eine der Einfuhr entsprechende Ausfuhr besteht.

Die Tiedemann'schen Drüsen und die Poli'schen Blasen.

Die ersteren sind Anhangsorgane des Wassergefässringes, in den sie münden. In den Hohlräumen des lappigen Organes trifft man Wanderzellen zu Packeten zusammengeballt, die oft das ganze Lumen ausfüllen. Cuénot sieht daher in diesen Drüsen ebenso wie in den Poli'schen Blasen Lymphorgane. Die Erzeugung der Wanderzellen findet in diesen Drüsen statt, indem sich Zellen des die Hohlräume auskleidenden Epithels loslösen. Kowalevsky (267) erklärte die Tiedemann'schen Körper für Excretionsorgane, da die Inhaltszellen in das Wassergefässsystem injicirtes Carmin aufgenommen hatten. Das thun aber die Wanderzellen überhaupt.

5. Athmungs- und Excretionsorgane.

Dem Wassergefässsystem schrieben wir bereits eine respiratorische Function zu. Es kommt ihm in dritter Linie auch eine excretorische Function zu. Eigentliche excretorische Organe, Nieren, besitzen die Asteriden nicht. Als die Hauptorgane der Respiration haben wir die Kiemenbläschen oder Hautkiemen (papulae) anzusehen, die allein bei *Brisinga* zu fehlen scheinen. In diesen kleinen Blindsäcken, die Fortsetzungen der Leibeshöhle sind, kreist die Cölomflüssigkeit mit ihren Zellen, die durch die Wimpern der Cölomzellen in fortwährender Be-

wegung erhalten werden. Eine weit geringere Bedeutung für die Respiration haben die Ambulacralfüsschen, deshalb wurde auch oben diese ihre Nebenfunction nicht mit erwähnt, sondern sie nur als Bewegungs- und Sinnesorgane geschildert. An dieser Stelle müssen die Inhaltszellen der verschiedenen Hohlräume und Organe genannt werden, denen nach Durham (120, 122), Cuénot (97) und Chapeaux (Bull. Acad. R. de Belgique, Année 63, 1893) die Function von Excretionsorganen zukommt. Durham injicirte in die Leibeshöhlenflüssigkeit von Seesternen kleine unlösliche Partikelchen von Farbstoffen und fand, wie Kowalevsky (267), dass die Wanderzellen diese aufnehmen; aber noch mehr, die Zellen, die sich mit ihnen beladen hatten, befördern diese Partikelchen in der Weise aus dem Körper nach aussen, dass sie in den Kiemenbläschen (papulae) angekommen deren Wand durchsetzen und so auswandern. Ebenso nehmen sie unbrauchbare Gewebsstücke des Körpers auf. Nach Chapeaux wandern diese Amöbocyten auch durch die Poren der Madreporenplatte nach aussen. Der Schluss, dass diese Zellen nach Art der Phagocyten functioniren und den Mangel einer Niere ersetzen, ist nach diesen Beobachtungen nicht von der Hand zu weisen.

6. Ernährung.

(Darmsystem, Nahrungsaufnahme, Lymphsystem, axiale Drüse, Wanderzellen.)

Im Darmtractus kann man folgende Abschnitte unterscheiden: den Schlund, Magendarm mit den Blindsäcken und das Rectum, das ebenfalls kleine Blindsäcke besitzen kann und durch einen After, der fehlen kann, (*Astropectiniden*) nach aussen mündet.

Die Nahrungsaufnahme der Seesterne ist ausführlich wohl zuerst von Deslongchamps (110) beobachtet worden. Er berichtet, dass sie einen giftigen Saft absondern, der die Schliessmuskeln der Auster lähme und sie zum Aufklappen ihrer Schale bringe. Er erzählt, wie er oft mehrere Individuen von *Asterias violacea* antraf, die mit den Armen ineinander geflochten waren und eine tote *Mactra stultorum* in ihrer Mitte hielten. Sie sassen alle mit dem Munde auf dem schwach geöffneten Rande der Schale und senkten aus der Nähe ihres Mundes fünf gestielte dünnwandige Bläschen dazwischen (offenbar sind Theile des hervorgestülpten Magens gemeint), aus deren durchbohrtem Ende eine zersetzende Flüssigkeit tropfenweise hervordrang und das Weichthier rasch auflöste. Andere Forscher, so Mac Andrew und Barrett (322), sahen, wie *Asterias* zwischen seinen Strahlen eine grosse *Litorina* festhielt und seinen Magen, den er ausgestülpt hatte, bis ins hinterste Ende des Schalengewindes hineinschob.

Asterias rubens verfährt beim Fressen folgendermaassen: Er bringt sich eine Muschel nach Hamann (212) vermittelst der Füsschen und Stacheln der ventralen Körperfläche in die Nähe der Mundöffnung, sodass

die Innenfläche des Magens mit ihren grossen flaschenförmigen Drüsenzellen nach aussen zu liegen kommt. Die Muschel wird vom ausgestülpten Magendarm umfasst und gelangt jetzt tief in die Mundöffnung hinein. Dabei ist die Längsaxe der Muschel senkrecht zur Bauchfläche des Seesterns gestellt. Die Muschel wird jetzt von einer klebrigen Flüssigkeit umhüllt, eingespeichelt und öffnet bald ihren Schliessmuskel. Sie wird vollständig ausgesaugt, indem sie tiefer in den Darm hinein gelangt. Später zieht sich der Magendarm zurück und giebt die leeren Schalen frei. Anders geht die Aufnahme beispielsweise bei *Astropecten* vor sich. *A. aurantiacus* schluckt kleinere Muscheln in den Darm und man findet diesen oft prall angefüllt von ihnen, sodass durch die Masse der Muscheln die Rückenfläche des Thieres emporgewölbt wird. Solche Exemplare erhielt ich oft in Neapel.

Alle diejenigen Arten von Seesternen, bei denen die Scheibe stark ausgebildet ist und die Arme in Folge dessen eine geringere Biegsamkeit besitzen, ernähren sich auf die geschilderte Weise, dass sie die Muscheln und Schnecken lebend in ihren Magen befördern, und sobald die Thiere ihre Schalen — halb erstickt — öffnen, ihren Inhalt verdauen.

Anders ist es nach den schönen Beobachtungen von Schiemenz (Mittheilungen des Deutschen Seefischervereins, Bd. 12, 1896, S. 102). Allen Seesternen, deren Scheibe klein ist, sodass ihren Armen eine grosse Beweglichkeit geblieben ist, die daher mehr herumklettern, an felsigen Partien mit Vorliebe leben, schreibt er folgende Art der Nahrungsaufnahme zu. Sie öffnen die Muscheln mit ihren Füsschen, da es bei ihnen ausgeschlossen ist, dass sie die oft grossen Muscheln in ihre kleine Mundöffnung hineinbringen können. Der Vorgang der Oeffnung der Muschelschalen ist folgender. Zunächst bringt der Seestern die Muschel, etwa eine nicht festsitzende Venus, mit Hülfe seiner Füsschen an den Mund, dreht sie hier so um, dass das Schloss der Unterlage, der Schalenrand gerade dem Munde des Seesterns zugekehrt wird. Während dies geschieht erhebt er seinen Körper, oder besser wölbt ihn über der Muschel und bringt seine Saugfüsschen in der Weise an, dass die eine Hälfte an der einen Schale, die andere an der anderen sich anheftet. Indem auf beide Schalen ein entgegengesetzter Druck ausgeübt wird, öffnet sich endlich die Muschel. Dann stülpt er seinen Magen über die Muschel oder Schnecke, umhüllt sie damit und dringt in ihr Gehäuse ein. Ein mittelgrosser Seestern öffnet eine Venus in 15—20 Minuten, die Verdauung ist in $8^1/_2$ Stunden (Venus von 3,7 cm Länge) vollendet, zur Verdauung einer Auster von $2^1/_2$ cm Durchmesser braucht ein mittelgrosser *A. glacialis* 4 Stunden.

Unzweifelhaft ist dieser von Schiemenz zuerst beobachtete Vorgang der Nahrungsaufnahme weit verbreitet neben dem für *Astropecten* gültigen und wird das Oeffnen der Schale mit Gewalt in allen Fällen, wo es sich um grosse Nahrungsthiere handelt, stattfinden, während kleine Muscheln, wie ich für *A. rubens* zeigte, auf die oben geschilderte Weise ihre

Beute bewältigen werden. Bei allen Seesternen mit kegelförmig zugespitzten Ambulacralfüsschen ist diese Art der Nahrungsaufnahme unmöglich, da sie eines Saugnapfes entbehren und die Spitze keinen Zug auszuüben vermag.

Die Verdauung findet im Magendarm statt, dessen Drüsenzellen das verdauende Secret absondern, in dem ein peptisches und tryptisches Enzym vorhanden ist. (Fréderiq, 151.) Nach den Untersuchungen von Griffiths (191) und Chapeaux (Bull. de l'Acad., R. des Sciences de Belgique, Année 63, 1893, S. 227) secernirt die Schlund- und Magenwandung Fermente, die Fibrin und Stärke umwandeln, ersteres in Pepton, letztere in Glycose. So entsteht eine Fettemulsion.

Die fünf Paar radiären Blindsäcke des Magens, in denen nach Griffiths Harnsäure vorkommen sollte, sondern nach Stone (American Naturalist, Vol. 31, 1897, S. 1035) ebenfalls ein dem Trypsin nahestehendes Ferment ab, ferner ein diastatisches und ein Fett zerlegendes; Glycogen fehlt jedoch (vergl. Krukenberg, Unters. phys. Inst. Heidelberg, Bd. 2).

Nach Chapeaux dringen die feinen Fetttröpfchen der Emulsion durch die Wand der Blindsäcke, um so in die Leibeshöhle zu gelangen, wie durch Experimente festgestellt wurde. In der Leibeshöhle, die von einer Flüssigkeit erfüllt ist, die aus Meerwasser, in dem wenig Albumin gelöst ist, besteht, bemächtigen sich ihrer die Amöbocyten, die Wanderzellen und lösen sie in ihrer Zellsubstanz auf. Weiter stellte dieser Forscher fest, dass die Wanderzellen auf Pepton keinerlei Wirkung ausüben. Selbst das in die Leibeshöhle injicirte Pepton war nach 13 Stunden noch nicht verändert, sodass der Schluss nahe liegt, dass die Drüsenzellen der Darmwand nicht nur secerniren, sondern auch das Pepton in einen löslichen Eiweisskörper umwandeln, der in die Ernährungsflüssigkeit gelangt, indem die Wanderzellen sich seiner bemächtigen und ihn in die Gewebe hineintransportiren, wo er in der Bindesubstanz der Kalkkörper, soweit sie durch die Zellen, die mit einander anastomosiren, gebildet wird, aufbewahrt wird. So erklärt es sich (Cuénot), wie die Seesterne lange Zeit ohne jede Nahrung leben und selbst dann noch ihre in Verlust gerathenen Glieder ersetzen können. Andererseits nehmen die Wanderzellen hier die Producte des Stoffwechsels auf, und bringen sie entweder in die Leibeshöhlenflüssigkeit (?) oder schaffen sie nach aussen in der von Durham beschriebenen Weise, oder aber sie wandern durch die Madreporenplatte aus.

Den wenig entwickelten Darmlakunen kommt nur eine untergeordnete Bedeutung zu. In jedem Fall haben wir sie aber als absorbirende Organe anzusehen, da ihre Flüssigkeit an Eiweissstoffen reicher ist, als die der Leibeshöhle und Wanderzellen sich in ihnen in besonders grosser Zahl finden. Während früher das Vorkommen von Blutlakunen überhaupt geleugnet wurde, hat sich Cuénot jetzt von ihrem Vorhandensein überzeugt. Er fand an den radialen Blinddärmen zwei Lakunen und eine pentagonale Lakune am Magen bei *Asterias rubens* und *Asterina gibbosa.* (Compt. rend. Acad. Paris 1896.)

Ich habe anstatt Blutgefässsystem den Namen Lakunensystem, da es sich bei allen Echinodermen um Lücken und Spalten in der Bindesubstanz handelt, vorgeschlagen und finde ihn den Thatsachen am meisten entsprechend. Einen besonderen Namen, wie Cuénot will, für die Schizocölräume, Lakunen und das Cölom im weitesten Sinne aufzustellen — er spricht von cavités d'irrigation —, halte ich nicht für nöthig.

Ueber die Nahrung, die der Seestern zu sich nimmt, sei der Vollständigkeit wegen erwähnt, dass er ausser Austern und Schnecken, wie *Dentalium*, *Chiton*, *Litorina*, *Terebra*, *Strombus*, *Murex*, *Mytilus*, *Tellina*, *Cardium*, *Venus*, *Donax* u. a., selbst Fische oder gar seine eigenen Verwandten wie *Spatangen* oder selbst andere Seesterne angreift. Schiemenz (a. a. O.) beobachtete, wie zwei *Asterias* einen Seeigel angriffen und der eine mittels seines vorgestülpten Magens zwischen den Stacheln dessen Haut verdaute, während der zweite auf dieselbe Weise sich bis an die Mundöffnung eine Strasse wegverdaut hatte und schliesslich trotz der kräftigen Zähne seinen Magen in ihn hineinstülpte und so sein Opfer wie eine Auster aussaugte. Den Austerbänken fügen Seesterne einen enormen Schaden zu. (Möbius, Sitz. Ber. Akad. Wiss. Berlin, 1893.) Nach Collins (Bull. U. St. Fish Commiss. Vol. 9, for 1889) soll der Schaden, den sie allein auf den Austerbänken von Connecticut anrichten, für die Jahre 1887—1889 463,600, 631,500, 412,250 Dollars betragen haben. Die Gefrässigkeit der Seesterne überhaupt ist unglaublich gross. So fand ich (212) einmal im Magendarm eines *Astropecten* 10 *Pecten*, 6 *Tellina*, etliche *Conus* und 5 *Dentalium!*

Das Axialorgan (ovoide Drüse) im sogenannten schlauchförmigen Canal wird von den meisten Zoologen für eine lymphoide Drüse gehalten, in der die Wanderzellen, Amöbocyten, entstehen. Andere hielten es für ein Excretionsorgan, eine Ansicht, die jetzt widerlegt scheint.

II. Vorkommen, Lebensweise und Lebensdauer.

Wohl überall im Meere, in allen Tiefen, auf Sand oder Stein und Felsen leben Seesterne. Unter Berücksichtigung ihrer Organisation kann man oft ihr Vorkommen voraussagen. Thiere mit gut ausgebildeten Saugnäpfen an den Ambulacralfüsschen bevorzugen festen Untergrund, Klippen, Riffe u. s. w., solche mit Füsschen ohne Saugnapf bevölkern den sandigen Meeresgrund. Durchmustert man beispielsweise die Uebersicht der *Asteroidea*, die Meissner und Collin im 1. Band der Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen (Kiel und Leipzig, 1896) gegeben haben, so trifft man für *Astropecten* als Grund meist Schlick, Sand mit Muscheln, feinen oder groben Sand angegeben, während sich bei der Gattung *Asterias* Riffgrund, Felswand neben Sand verzeichnet findet. Ludwig (Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Monographie 24, Seesterne, 1897) betont, dass die Astropecten-Arten, *Luidia*, *Plutonaster*, *Brisinga coronata*, *Asterias edmundi* und *richardi* Schlammliebhaber seien, das heisst eine weiche Unterlage lieben. Nach Schiemenz hält sich *Astropecten bispi-*

nosus mit Vorliebe an Meeresstellen auf, wo der Grund aus mehr oder minder tiefem Sand besteht, in welchem er eingegraben seiner Beute nachgeht. Dementsprechend sind seine Füsschen auch zum Schreiten und Eingraben in den Sand, nicht zum Festsaugen eingerichtet. Felsigen, harten Boden lieben nach Ludwig (l. c.) von mittelländischen Arten *Palmipes membranaceus*, *Asterina gibbosa*, *Hacelia attenuata*, *Ophidiaster ophidianus*, *Echinaster sepositus*, *Asterias tenuispina* und *glacialis*.

Man trifft einzelne Arten zu verschiedenen Jahreszeiten an verschiedenen Stellen an. *Echinaster sepositus* lebt nach Graeffe (171) in gewissen Zeitperioden des Frühjahrs an den Felswänden und Höhlen der Inseln bei Rovigno, während er sonst nur vereinzelt in grösseren Tiefen vorgefunden wird. Diese Wanderungen hängen offenbar mit der Ablegung der Geschlechtsproducte zusammen. Im allgemeinen scheinen die Seesterne aber besondere Standorte einzuhalten.

In der Gefangenschaft können viele Arten gehalten werden. Einzelne, wie *Asterina gibbosa*, legen sogar im Aquarium ihre Eier an die Wandungen ab, wo sie sich entwickeln.

Ueber die Lebensdauer der Seesterne wissen wir wenig. Dass die grossen Arten viele Jahre brauchen, um heranzuwachsen, ist wohl ohne weiteres anzunehmen. Aber auch die kleinen Arten, beispielsweise *Asterias rubens* der Ostsee, müssen eine grosse Lebensdauer besitzen. Zur Jahreszeit, wo Larven bei Kiel gefangen wurden, fischte ich zwischen Seetang *Asterien* von kaum 1 cm Länge, die zu erreichen ein volles Jahr nöthig gewesen war. Die Geschlechtsreife erreicht diese Art wohl sicher nicht vor dem fünften Jahre.

III. Feinde. Schutzeinrichtungen.

Die Seesterne haben, wie überhaupt die Echinodermen, kaum Feinde. Nur im Larvenzustande und im ersten Lebensjahre mögen sie als Nahrung dienen, in späteren Jahren scheinen sie aber, wie auch Graeffe (171) angiebt, ohne Feinde zu sein. Ihr kalkiger, stacheliger Leib macht sie ungeniessbar, dazu kommt vielleicht noch, dass einzelne Arten (s. o. Haut) direct giftig wirken, oder aber, dass ihr widerlicher Geruch, der vielen Arten eigen ist, sie schützt. Als Schutzeinrichtungen könnte man vielleicht die schreienden gelben, rothen Farben deuten, die vielen eigen sind. Weiter ist die Fähigkeit, festgehaltene Theile der Arme abzuschnüren, eine Schutzeinrichtung.

Hier sei auch auf die leuchtenden Arten hingewiesen. Asbjoernssen entdeckte im Jahre 1853 an der Küste Norwegens im Hardangerfjord in abyssischer Tiefe einen neuen Seestern, dessen Scheibe und Arme Licht ausstrahlten. „Wenn dieses Thier vollständig und unverletzt ist, wie ich es ein- oder zweimal, während es noch in der Dredge unter Wasser war, gesehen habe, so ist es von einem einzigen Glanze; es ist eine leibhafte gloria maris.“ *Brisinga* wurde das Thier nach dem glänzenden Kleinod der Göttin Freya genannt. Jetzt kennen wir mehrere Arten

dieser Gattung (s. Systematik). Die von Perrier (Talisman) gefundenen Gattungen *Odinia* und *Freyella*, nahe Verwandte der *Brisinga*, leuchten wahrscheinlich ebenfalls. Auch diese Thiere leben nur in Tiefen von 800—1500 m. Jedenfalls kommt noch anderen Seesternen dieses Leuchtvermögen zu. Doch ist Sicheres nicht bekannt. Ebensowenig sind wir über die Entstehung des Lichts im Klaren. Auch über den Nutzen, der diesen Thieren durch ihr Leuchten erwächst, können wir nur Vermuthungen anstellen. Vielleicht ist das Leuchten ein Lockmittel für Thiere, die ihnen zur Nahrung dienen, oder aber ein Schutzmittel zur Abhaltung der Feinde. (Vergl. Gadeau de Kerville, Die leuchtenden Thiere und Pflanzen, Leipzig 1893.)

IV. Abnormitäten.

Dass Thiere, die ein so ausgezeichnetes Regenerationsvermögen haben, wie die Seesterne, viele Abnormitäten zeigen, ist von vornherein anzunehmen. Die Zahl der Arme ist sehr variabel. *Asterias rubens* und *glacialis* zeigen nicht selten statt 5 Arme, deren 6 oder 7, oder 4. *Asterina gibbosa* kann 4—6 Arme besitzen, *Porania* nur 4 Arme. Die Zahl dieser Variationen, von denen hier nur wenige nach Bateson (Materials for Study of Variation treated with especial regard to Discontinuity in the Origin of Species, London 1894) angegeben sind, ist Legion.

Arme können an der Spitze gegabelt sein. Aus früherer Zeit seien die folgenden Angaben hervorgehoben. Linck (284) bildet einen Seestern mit einem gegabelten Arm und gegabelter Ambulacralfurche ab. Bei Albertus Seba (485) findet sich ebenfalls ein solcher Seestern abgebildet. Weiter beschreibt Walch (567) einen solchen, bei dem der eine Strahl der Länge herab in zwei Aeste ausging. Giebel (161) schildert einen *Asterias rubens* mit einem gegabelten Arm, Gray (178) eine *Nardoa Agasizii*, Lütken *Oreaster gigas*, *Astropecten aurantiacus* mit gegabelten Armen. Sars (464) beobachtete bei *Brisinga*, Perrier (399) bei *Luidia maculata*, Giard (159) bei *Asterias rubens*, Viguier (561) bei einer nicht näher bezeichneten Art von *Asterias*, Loriol (294) bei *Archaster angulatus*, *Linckia multifora*, *Scytaster variolatus*, *Astropecten Hemprichti* Arme mit Bifurcationen. Hieran schliessen sich die Angaben von Sarasin (462), über Dichotomie von Armen bei *Linckia multifora*, und die Beschreibung von Fällen, wo aus dem Stummel eines abgeworfenen Armes drei oder gar vier Aeste hervorgesprosst waren. Ein interessantes Exemplar von *Porania pulvillus* beschreibt Herdman (227). Auch die Ambulacralfurche ist gegabelt, ja der eine Ast theilt sich nochmals, um sich wieder zu vereinigen. Einen zweitheiligen Arm von *Astropecten irregularis*, den er für polymeletisch hält, bildet Horst (236) ab.

Einzelne Arme können verwachsen sein. Braun (71) beschreibt eine vierstrahlige *Asterina gibbosa* bei der 2 von ihren 5 Strahlen verwachsen waren.

Abnormitäten an Pedicellarien hat Cuénot (93) beschrieben. Er fand statt dreiklappiger Organe zweiklappige vor, so bei *Luidia ciliaris* von Roscoff; bei *Asterias glacialis* hingegen traf er zwischen den normalen zweiklappigen Pedicellarien dreiklappige.

Anstatt einer Madreporenplatte wurden beschrieben: Eine *Asterias glacialis* mit 8 Armen und 3 Madreporenplatten von Couch (89).

Anstatt eines Steincanales fanden sich zwei bei einem *Asterias rubens* mit 6 Armen zu Wimereux mit nur einer Madreporenplatte. Giard (159). Ueberhaupt scheinen die sechsarmigen Exemplare von *Asterias rubens* meist zwei Steincanäle, die von einer offenbar aus zwei Hälften zusammengesetzten Madreporenplatte ausgehen, zu besitzen. (Compt. Rend. T. 85.)

Haacke beschreibt an einem Exemplar von *Asterias rubens* folgende Abnormität. Dem einen Arme, der sonst normal gebaut war, fehlten die Blinddärme fast gänzlich. (Zool. Anz. Jg. 2.)

V. Parasiten der Seesterne.

Die Zahl der auf oder in Seesternen schmarotzenden Wesen ist ziemlich gering. Es sind fast ausschliesslich Ektoparasiten.

1. Protozoen.

1. *Uronema digitiformis* u. *asteriasi* Fabre-Dom., lebt an *Asterias glacialis* von Concarneau.

2. *Hemispeira asteriasi* Fabre-Dom., lebt an *Asterias glacialis* von Concarneau.

3. *Licnophora auerbachi* Cohn, an *Asterina gibbosa* von Genua und *Astropecten squamatus.*

4. *Cychlochaeta asterisci* Gruber, an *Asterina gibbosa* von Genua.

5. *Peridinee* mit *Prorocentrum micans* verwandt auf *Echinaster sepositus* (Cuénot, Protozoaires commersaux et parasite des Echinodermes. Rev. Biol. Lille T. 3, 1891, S. 285).

2. Würmer.

1. *Polynoe malleata* lebt zwischen den Saugfüsschen von *Astropecten aurantiacus* nach Grube (196).

2. *Nereis squamosa* und *Nereis flexuosa* nach Delle Chiaje an einem Seestern, wahrscheinlich gemeint ist nach Grube *Polynoe malleata.*

3. *Lepidonotus sp.* lebt nach Al. Agassiz an der Mundöffnung von *Asterias ochracea* Brandt. „Man findet ihn bisweilen zu fünfen auf einem Individuum und an verschiedenen Stellen der Ambulacralradien.“ (van Beneden, Die Schmarotzer des Thierreichs, Leipzig 1876.)

3. Mollusken.

1. *Eulima brevicula* auf *Archaster typicus* der Uvea-Inseln im Stillen Ocean nach Gräffe, bewegt sich frei auf ihrem Wohnthier wie alle Eulima-Arten (von van Beneden, l. c. erwähnt).

2. *Thyca pellucida* Kükenthal auf *Linckia miliaris* (nach Kükenthal, Parasitische Schnecken. Abhandl. Senckenberg. Ges. Bd. 24, 1897).

3. *Thyca astericola* Adams u. Reeve, parasitisch auf Seesternen.

4. *Thyca crystallina* Gould (Gould, The Genera of recent Mollusca, Bd. 1), nach Kükenthal auf *Linckia miliaris.*

5. *Thyca ectoconcha* auf der Oberfläche von *Linckia multifora.* (Sarasin, Ueber zwei parasitische Schnecken. Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon, I. 1887—93.)

6. *Stilifer Linckiae* Sarasin, liegt innerhalb der derben Kalkschicht des Integuments von *Linckia multifora.* (Sarasin, l. c.)

In der Ambulacralrinne einer *Linckia* aus Nord-Celebes fand Kükenthal (l. c.) eine 2 mm lange *Mucronalia ? sp.*, die im Beginn des Parasitismus stehen soll.

4. Myzostomiden.

1. Emil von Marenzeller fand in den Armen von *Asterias richardi* Perr. und *Stolasterias neglecta* ein *Myzostoma*, das er *Myzostoma asteriae* nennt; es lebt in den hypertrophischen Blindsäcken. (Denkschr. Akad. Wien, 1895.)

5. Crustaceen.

1. Rosoll fand 1 neue Gattung von *Copepoden*, die an *Asterias glacialis* in Triest schmarotzt: *Astericola clausii.* (Sitzungsber. Akad. Wissensch. Wien, Bd. 97, Abth. 1, S. 188.)

2. Knipowitsch beschreibt *Dendrogaster nov. gen. et sp.* aus der Familie der *Ascothoraciden.* Dieses orangerothe, lappig geformte Cirriped lebt an *Echinaster* und *Solaster.* Seine Larvenformen sind Cypris-ähnlich. (Biolog. Centralbl., Bd. 10, 1890/91.)

3. *Podalirius typicus* an *Asterias rubens*, soll nach Mc Intosh Commensalismus sein. (Reports from F. B. marine station of St. Andrews III, 6. Ann. Rep. Fish. Board Scobl. Part. 3, S. 274.)

4. *Asterochaeres Lilljeborgii* auf *Echinaster sanguinolentus* nach van Beneden (Die Schmarotzer des Thierreichs, Leipzig 1876).

6. Wirbelthiere.

Eine Notiz über einen lebenden Fisch in *Asterias discoidea* Lam. = *Culcita discoidea* findet sich bei Bleekers (Jets over Visschen levende in Zeesterren. Tijdschr. voor nederlandsch. Indie, 1854, S. 162). Die Art wird nicht näher angegeben, sondern nur gesagt, dass es sich um einen kleinen Fisch handelt, der sich in der Flüssigkeit, offenbar der Leibeshöhle, tummelte. Wahrscheinlich identisch mit der folgenden Art.

1. *Oxybeles lumbricoides*, dieser Fisch im indischen Ocean in „*Asterias discoida*“. (van Beneden, l. c.)

G. Alter und Stammesgeschichte.

Die Seesterne gehören paläontologisch zu den ältesten Thieren. Sie traten zuerst in den cambrischen Ablagerungen auf und sind in allen Formationen, wenn auch nur in geringer Zahl, vertreten. Ueber ihre Verwandtschaft mit den übrigen Klassen der Echinodermen kann die Paläontologie nichts aussagen, da die Klassen zugleich neben einander auftreten. Die ältesten Seesterne des paläozoischen Zeitalters sollen sich von den jetzt lebenden dadurch unterscheiden, dass ihre Ambulacralplatten alternirend zusammenstehen (Stürtz 528), also nicht paarweise einander gegenüberliegen, wie es die recenten Formen zeigen. Man fasst sie zu der Ordnung der *Encrinasteridae* Bronn zusammen, die weiter dadurch charakterisirt werden, dass die Madreporenplatte auf der Unterseite gelegen war. Hierher gehören die Gattungen: *Aspidosoma* Goldf. aus dem unteren Devon von Rheinpreussen und Bundenbach, *Palaeaster* Hall, *Palaeostella* Stürtz und viele andere. Ganz sicher ist es übrigens nicht mit der alternirenden Stellung der Ambulacralplatten. Stürtz selbst sagt, dass unter weit über hundert von ihm untersuchten Exemplaren von *Encrinasteriae* von Bundenbach sich nur wenige befanden, deren Wirbel auf einer ganzen Armlänge überall alternirend standen, und dass unter ebensoviel echten Stelleriden von derselben Fundstätte oft Exemplare vorkamen, deren ambulacrale Theile hier und da in Wechselstellung zu einander standen. (Vergl. Koken, Die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte, Leipzig 1893, S. 167.)

Fossile Seesterne mit paarweise angeordneten (correspondirenden) Ambulacralplatten treten nur in geringer Anzahl im Devon auf. Es sind *Xenaster* Simonowitzsch eine seitdem ausgestorbene Gattung, und *Astropecten* Linck; letztere findet sich im Devon von Bundenbach, als echte *Phanerozonier*.

In denselben paläozoischen Ablagerungen treten die ersten *Cryptozonier* auf. Es sind die Gattungen *Lepidaster* Forbes aus dem Silur und *Roemeraster* Stürtz aus dem Devon. Für die Frage, ob die *Phanerozonier* oder die *Cryptozonier* die ältesten Seesterne seien, bleibt die Paläontologie die Antwort schuldig.

Unter den *Phanerozoniern* sehen wir die Gattungen *Lephaster* Lor. und *Luidia* Forbes zuerst im Jura, ebenso *Pentaceros* Linck, die sich durch Jura, Kreide und Tertiär verfolgen lässt.

Unter den *Cryptozoniern* finden wir von recenten Gattungen im Lias folgende: *Asterias*, *Goniaster*, *Luidia*, *Solaster*. Von der Juraformation

an macht sich eine entschiedene Annäherung an die Jetztzeit geltend. Im mittleren und oberen Jura sind die Gattungen *Astropecten* und *Goniaster* am weitesten verbreitet. In der Kreideformation trifft man vorzugsweise recente Gattungen, wie *Astropecten*, *Orcaster* u. A. an. In der Tertiärzeit finden sich nur spärliche Reste, die jetzt noch lebenden Gattungen angehören.

Nach Stürtz lassen sich im paläozoischen Zeitalter mit mehr oder weniger Sicherheit schon Ahnen und Verwandte der folgenden Familien anführen: *Archasteridae*, *Astropectinidae*, *Pentagonasteridae*, *Pentacerotidae*, *Gymnasteridae*, *Linckiidae*, *Solasteridae*, *Pterasteridae*, *Echinasteridae*, *Asteridae* und *Brisingidae*. Ohne alle Spur sind folgende Familien: *Porcellanasteridae*, *Antheneidae*, *Zoroasteridae*, *Stichasteridae*, *Heliasteridae* und *Pedicellasteridae*.

Trotz des beschränkten Materials lässt sich sagen, dass die Seesterne von der Silurzeit an in mässiger Anzahl und ohne beträchtliche Veränderungen durch alle Formationen bis zur Jetztzeit hindurchgegangen sind und im Ganzen Ueberreste von vielleicht 150—200 Arten hinterlassen haben. Ihr Vorkommen ist an keine bestimmte Gesteinsfacies gebunden, doch findet man ihre Skelette auch in Tiefseeablagerungen (meist Kreide, Spongitenschichten des oberen Jura). (Vergl. Paläozoologie von Zittel, Bd. 1, München und Leipzig 1876—80.)

Die meisten fossilen Seesterne sind nur in Bruchstücken erhalten (Abdrücke, isolirte Platten), und nur von einzelnen Localitäten gelang es (Bundenbach), vollständig erhaltene Exemplare zu gewinnen.

Die Stellung dieser Klasse zu den übrigen Klassen der Echinodermen soll am Schlusse, nach Schilderung sämmtlicher Abtheilungen, gegeben werden. An dieser Stelle wollen wir nur untersuchen, ob es Thatsachen giebt, die uns über das Alter der beiden Gruppen, der *Crypto-* und *Phanerozonier*, belehren können.

Nach den Ansichten, die Perrier und Sladen über das Alter der Seesterne ausgesprochen haben, haben wir die Wahl, welche von beiden Klassen wir als die ältere ansehen wollen. Sladen hält seine *Phanerozonier* für die älteren Formen, die *Brisingiden* für die jüngsten. Umgekehrt Perrier; ihm sind die letzteren die ältesten Seesterne, eine Ansicht, die schon deshalb nicht zu halten ist, weil ihre ganze Organisation darauf hinweist, dass wir sie als Zweig von Asterias-ähnlichen Formen ansehen müssen. (Ludwig, Seesterne d. Mittelmeeres, 1897.)

Von der Paläontologie kann diese Frage, wie wir sehen, nicht gelöst werden, weil beide Abtheilungen, *Phanero-* wie *Cryptozonier*, zu gleicher Zeit neben einander auftreten. Sollen sie auseinander entstanden sein, so muss die Abzweigung zu einer Zeit geschehen sein, aus der uns keinerlei Reste ihres Skeletts aufbewahrt worden sind.

Es bleibt somit nur die Embryologie übrig, die uns einen Beweis für das thatsächliche Alter erbringen kann. Es ist Ludwig (l. c.) gelungen, den stricten Beweis zu liefern, dass die *Cryptozonier* die jüngeren, die

Phanerozonier die älteren Formen sind, sowie dass erstere von den letzteren herzuleiten sind. Für *Echinaster sepositus* wies Ludwig nach, dass diese Art im erwachsenen Zustand ein ganz typischer *Cryptozonier*, in der Jugend jedoch ein nicht minder ausgeprägter *Phanerozonier* ist. Durch Verfolgung der Entwicklung durch die verschiedenen postembryonalen Alterszustände hindurch stellte er Folgendes fest: Die jungen Thiere besitzen eine obere und untere Randplattenreihe, deren Platten dicht zusammenstossen. Später werden sie überall durch secundäre Platten auseinandergedrängt, die Intermarginalen oder Zwischenplatten. Die beiden Reihen der Randplatten sind endlich durch die geringe Ausbildung des ventrolateralen Skeletts, sowie andererseits durch die mächtige Entfaltung des dorsalen Skelettgewebes aus ihrer für *Phanerozonier* typischen Lage gedrängt worden, sie gelangen an die Ventralseite des Armes, während der Armrand sich mehr und mehr abrundet; nur im Armwinkel, wo sich die Zwischenrandplatten in mehreren Reihen entwickeln, zieht sich auch später noch die Reihe der oberen Randplatten in dorsaler Richtung empor. Wenn nicht die früheren Zustände bekannt wären, so müsste man, sagt Ludwig, bei den erwachsenen Thieren die beiden Randplattenreihen eher für Ventrolateralplatten halten als für das, was sie wirklich sind. Jedenfalls geht aus dieser Vergleichung hervor, dass auch alte, ausgewachsene Thiere Randplatten, wenn auch in ganz undeutlich gewordener Gestalt, besitzen.

Eine Hypothese E. Haeckels, der die Seesterne als Stöcke von fünf oder mehr verwachsen Würmern ansah, deren Einzelindividuen von Anneliden-ähnlichen Vorfahren abstammen sollten, muss kurz erwähnt werden. Sie hatte weder paläontologisch, noch morphologisch irgend eine Stütze. Entwicklungsgeschichtlich ist sie durch Ludwig (307) widerlegt worden. Für eine Verwandtschaft eines Seesternes mit einem Annelid ist nichts beizubringen, und dass unsere Thiere Thierstöcke vorstellen sollen, wird durch die Entwicklung als irrig zurückgewiesen. Diese ist eine Metamorphose, kein Generationswechsel. Die Annahme Haeckels, dass die einzelnen Arme eines Seesterns als besondere Knospen entstünden und erst durch deren Verbindung der Seestern entstehe, ist irrig.

Ludwig bekämpfte diese Lehre, indem er hervorhob, dass auch nicht einer von allen Forschern, die sich mit Echinodermenentwicklung eingehend beschäftigt haben, irgend eine Thatsache feststellen konnte, die zu Gunsten der Haeckel'schen Behauptungen spricht. Neuerdings hat Haeckel zu Gunsten anderer Hypothesen auf diese ältere verzichtet.

Die Frage nach einer hypothetischen Stammform der Seesterne hat Ludwig (l. c.) folgendermaassen beantwortet. Er sagt, nachdem er die Ansicht Cuénot's (93), der in der *Luidia ciliaris* den niedrigsten Typus der Seesterne sehen wollte, zurückgewiesen hat: „Wenn man unter den heute lebenden Seesternen nach einer Form sucht, die der hypothetischen Stammform der Seesterne möglichst nahe steht, also die relativ älteste darstellt, so muss man meines Erachtens verlangen, dass sie die folgenden

Merkmale besitzt: erstens deutliche Randplatten; zweitens Beschränkung der Papulae auf den proximalen Abschnitt der Armrücken; drittens gut entwickelte primäre Scheitelplatten und Terminalplatten; viertens eine selbständige Madreporenplatte; fünftens ein regelmässiges, nur aus Radialplatten oder allenfalls auch noch Adradialplatten gebildetes Armrückenskelett; sechstens eine allgemeine Granulation oder gleichmässige Bestachelung der Haut, aber noch keinerlei Pedicellarien; siebentens noch keine oder nur im Armwinkel stehende Ventrolateralplatten; endlich achtens noch keine Zusammendrängung der Füsschen zu vierzeiliger Anordnung."

Nachtrag zu Kapitel IV: Regeneration. S. 655.

Durch Helen Dean King (Regeneration in *Asterias vulgaris*, Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen, Bd. 7, 1898, S. 351) ist das Regenerationsvermögen der Seesterne mittels des Experiments studirt worden, und zwar an *Asterias vulgaris*. Wenn man die dorsale Fläche der Scheibe mit der Madreporenplatte entfernt, so ist bereits in drei Wochen das fehlende Stück ersetzt, bis auf letztere, die erst nach zwei Monaten gebildet ist. Führt man einen senkrechten Trennungsschnitt durch die Scheibe, welcher im Winkel zweier Arme beginnt und bis zur Mitte der Basis des gegenüberliegenden geht, so trennt sich die Scheibe in zwei Theile, indem die zwei und drei Arme jeder Seite des Schnittes in entgegengesetzter Richtung sich bewegen. Jeder der beiden Theile regenerirt zu einem neuen Individuum. Von grösstem Interesse sind aber folgende Experimente. Es wurden einzelnen Thieren zwei Arme abgeschnitten und ihnen dafür zwei Arme anderer Individuen angeheilt, was ohne weiteres gelang. Ueber die Regeneration eines einzelnen Armes erfahren wir, dass der dicht an der Scheibe abgelöste Arm eines Seesternes wohl bis zu zwei Wochen am Leben bleiben kann, keineswegs aber den ganzen Seestern regeneriren kann. Verbleibt jedoch $^1/_5$ der Scheibe an dem Arm, so ist die Regeneration ausnahmsweise möglich. Nur wenn die Hälfte der Scheibe an dem losgelösten Arm vorhanden ist, tritt Regeneration ein.

Damit wird die Beobachtung vieler Forscher über Kometenformen dahin modificirt werden müssen, dass solche jedenfalls nicht bei allen Seesternen sich bilden können. Kometenformen, d. h. Seesterne, bei denen ein abgelöster Arm den ganzen Seesternkörper neu gebildet hat, sind durch Haeckel von *Ophidiaster*, durch Sarasin und Hirota von *Linckia multifora*, durch v. Martens von *Asterina tenuispina*, durch Sars von *Brisinga* und Studer für *Labidiaster* bekannt geworden. Bei *Asterias vulgaris* und vielleicht überhaupt bei den *Asterias* und anderen Gattungen wird man nach diesen Experimenten solche Formen nicht erwarten dürfen.

Bei der Regeneration an abgetrennten Armstücken entstand zuerst an der Trennungsfläche der Augenfleck; bereits nach einer Woche ist er deutlich. Am spätesten entstehen die Geschlechtsorgane. Das Wachs-

thum schreitet in der axialen Richtung rascher vor als in der lateralen. Die Regenerationsgeschwindigkeit ist an der Scheibe am grössten und nimmt von hier aus gegen die Armspitzen ab. Sahen wir oben, dass die Rückenfläche der Scheibe von der ventralen aus regenerirt werden konnte, so ist das Umgekehrte wahrscheinlich nicht der Fall, und wie ein losgelöster Arm die Scheibe mit den übrigen Armen nicht regeneriren kann, so ist es auch unmöglich, dass die Scheibe einen Arm regenerirt, falls nicht ein centraler Stumpf von ihm erhalten geblieben ist. Sind zwei oder mehr Arme zu gleicher Zeit losgelöst, so beginnt die Bildung sämmtlicher zur gleichen Zeit von der Scheibe aus; der Grad der Entwicklung ist aber gewöhnlich bei den neuen Armen ungleich.

Erklärung von Tafel IX.

Asteroidea; Entwicklungsgeschichte.

Fig.

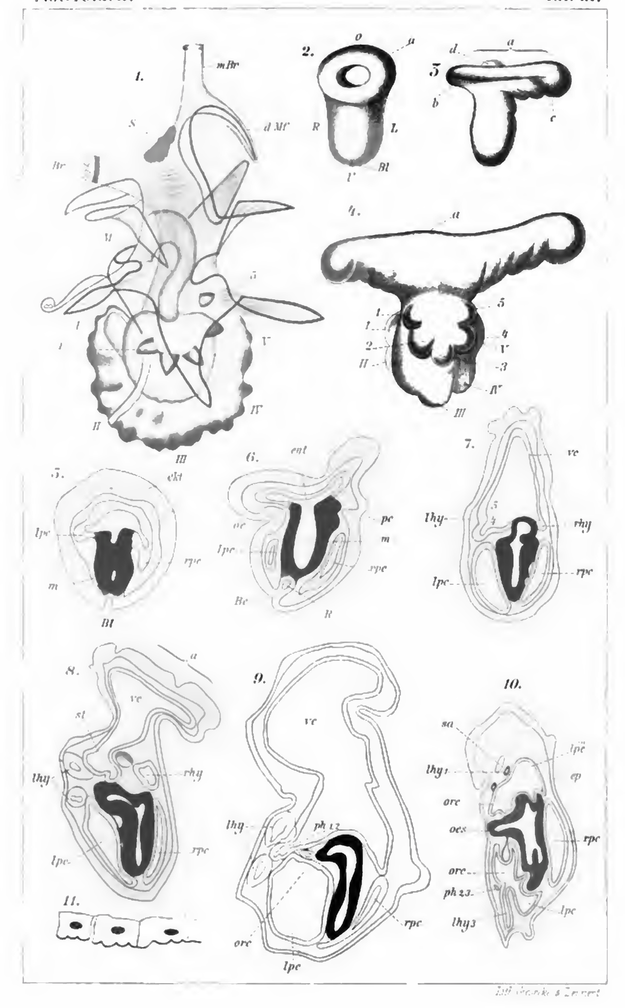
1. *Bipinnaria* von *Asterias rubens.* Aelteres Stadium. Seitenansicht. $^{10}/_{1}$. 1—5 Ausstülpungen des Hydrocöls, I—V die antiambulacralen Armanlagen. *Br.* Brachiolarfortsätze, *mBr* medianer Brachiolarfortsatz mit Saugnapf *S* und Papillen, *dM* dorsaler Medianfortsatz, *M* Mundöffnung.
2. Vier Tage alte Larve von *Asterina gibbosa,* von der Ventralseite. *a* Larvenorgan, *U* Urmund, Blastoporus, *o* vorn, *u* unten, *r* rechts, *l* links.
3. Sechs Tage alte Larve von *Asterina gibbosa*, von der linken Seite. *a* Larvenorgan, *b* dessen vorderer, *c* dessen hinterer Lappen (Kopflappen), *d* die centrale scheibenförmige Erhebung, welche zur Anheftung dient.
4. Larve von *Asterina gibbosa,* vom Ende des achten Tages von der linken Seite. 1—5 die ambulacralen Armanlagen über den primären Hydrocölausbuchtungen. I—V die antiambulacralen Armanlagen.

5—8. Längsschnitte durch Larven von *Asterina gibbosa.* $^{80}/_{1}$.

5. Gastrulastadium, *Bl* Blastoporus, *lpc, rpc* die Ausstülpungen des Urdarmes, *ent* Entoderm, *m* Urdarm (Magen).
6. Längsschnitt durch das Stadium Fig. 2. Seitenansicht. *oe* Oesophaguseinstülpung.
7. Längsschnitt durch das Stadium Fig. 3.
8. Längsschnitt durch ein späteres Stadium.
9. Längsschnitt durch das Stadium Fig. 4.
10. Längsschnitt durch einen Seestern vom 10. Tage.

In Fig. 6—10 bedeuten: *vc* vorderer Theil der Leibeshöhle, *lpc, rpc* linker und rechter hinterer Abschnitt der Leibeshöhle, *lhy, rhy* linke, rechte Anlage des Hydrocöls, *ph* 1, 2 Anlagen der Perihämalräume, *orc* oraler Abschnitt der Leibeshöhle, *st* Anlage des Steinkanals, *oes* Schlund des jungen Seesternes mit Mundöffnung, *sa* Axialsinus.

Fig. 1 nach Mortensen (Echinodermenlarven der Plankton-Exped.); Fig. 2—4 nach Ludwig (307); Fig. 5—10 nach Macbride (Journ. of Microsc. Sc. Vol. 38).



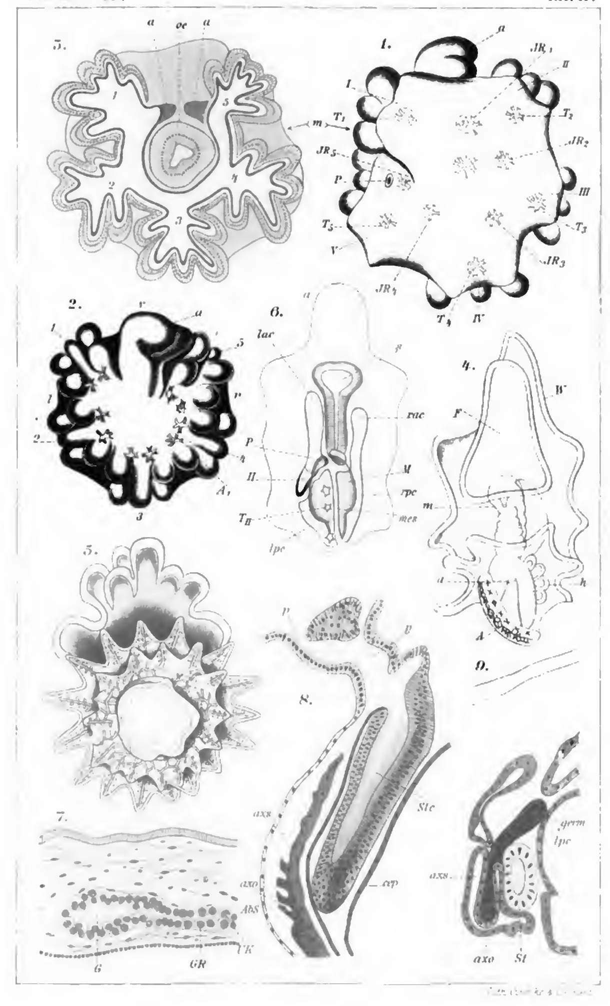
Erklärung von Tafel X.

Asteroidea; Entwicklungsgeschichte.

Fig.

1. Junge *Asterina gibbosa* vom 10. Tage von der Rückenseite gesehen. I—V die antiambulacralen Armanlagen, T_1—T_5 die Terminalia, IR_1—IR_5 die Interradialia, P Rückenporus, Pfeil *m* Interradius der Madreporenplatte.
2. Junge *Asterina gibbosa* vom 10. Tage nach Reduction des Larvenorganes *a*, von der Mundseite gesehen. 1—5 die fünf Hydrocölbuchten, *l, r, v* links, rechts, vorn. A_1 erstes Ambulacrale.
3. Schnitt, dicht unter der Bauchfläche einer jungen *Asterina gibbosa* vom 11. Tage. Der Wassergefässring noch nicht geschlossen. Bei *a* die beiden Aussackungen der Enden des Wassergefässbogens, die sich entgegenwachsen, vereinigen und den Ring schliessen. 1—5 die fünf fünflappigen Ausstülpungen des Hydrocöls, *oe* Oesophagus.
4. *Bipinnaria* von vorn, *h* Hydrocöl (ambulacrale Anlage des Seesterns), *A* die antiambulacrale Anlage des Seesterns, *F* Frontalfeld, *W* Wimperschnur, *m* Mund, *a* After.
5. *Bipinnaria* mit dem Seestern.
6. *Bipinnaria* vom Rücken gesehen. *lac, rac* linkes, rechtes vorderes Enterocöl, *lpc, rpc* linkes, rechtes hinteres Enterocöl, *H* Hydrocölanlage, *P* Anlage des Rückenporus, *s* Larvenschlund, *mes* Mesenterium, T_2 2. Terminale, *M* Magendarm, *a, p* vorn, hinten. *Asterias vulgaris.*
7. Erste Anlage einer Genitalröhre eines jungen *Asterias rubens*, *GR* Genitalröhre, *UK* Urkeimzellen, *G* Ende der Genitalröhre (Rhachis).
8. Längsschnitt durch den Steincanal einer jungen *Asterina*. *p* Porencanäle der Madreporenplatte, *Stc* Steincanal, *axo* Axialorgan, *axs* Axialsinus, *cep* Cölomepithel.
9. Schnitt durch die Körperwandung und die erste Anlage des Axialorgans und der Genitalrhachis, *germ* Entodermzelleneinstülpung, *axo* Kern des Axialorganes, *St* Steincanal, *lpc* linker, hinterer Abschnitt der Leibeshöhle, *axs* Axialsinus.

Fig. 1—3 nach Ludwig (307), Fig. 4—5 nach Joh. Müller (370), Fig. 6 nach Bury (77), Fig. 7 nach Hamann (213), Fig. 8—9 nach Macbride (Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 38).



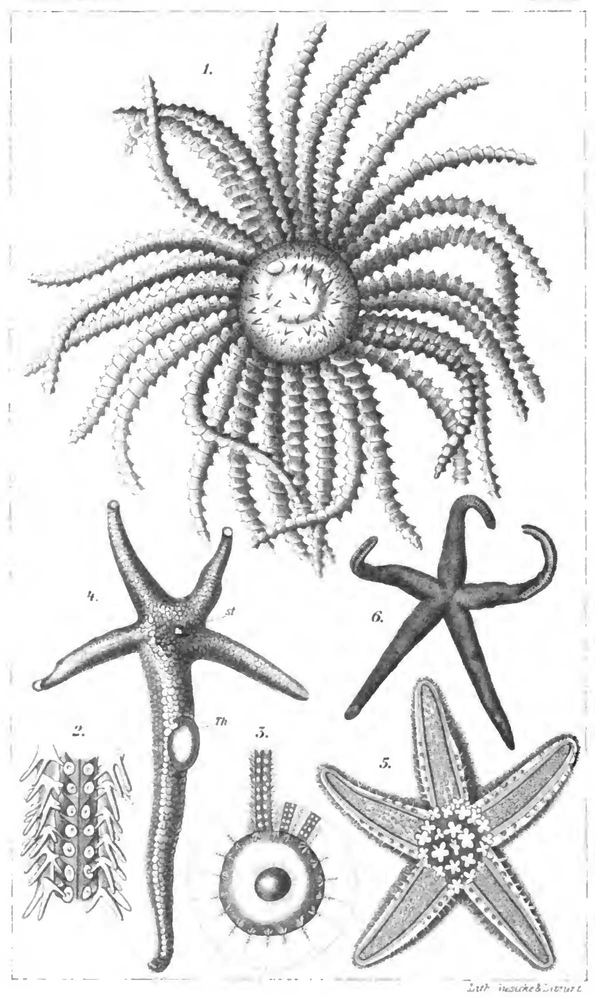
Erklärung von Tafel XI.

Asteroidea; Cryptozonia.

Fig.

1. *Labidiaster radiosus* Lovén, von oben, natürl. Grösse.
2. Stück der Armfurche dess., vergröss., von der halben Armlänge.
3. Ventralseite dess.
4. *Linckia multifora* Lam., mit Stilifer und Thyca behaftet, von oben.
5. *Asterias spirabilis* Bell, wenig vergröss., von unten, die Jungen auf der Mundfläche befestigt zeigend.
6. *Cribrella oculata var. cylindrella* Sladen, von oben, natürl. Grösse.

Fig. 1—3 nach Studer (526), Fig. 4 nach Sarasin (Ergebn. naturw. Forsch. a. Ceylon, Bd. 1. 1887), Fig. 5 nach Perrier (417), Fig. 6 nach Sladen (499).



Lith. Anst. v. Giesecke & Devrient

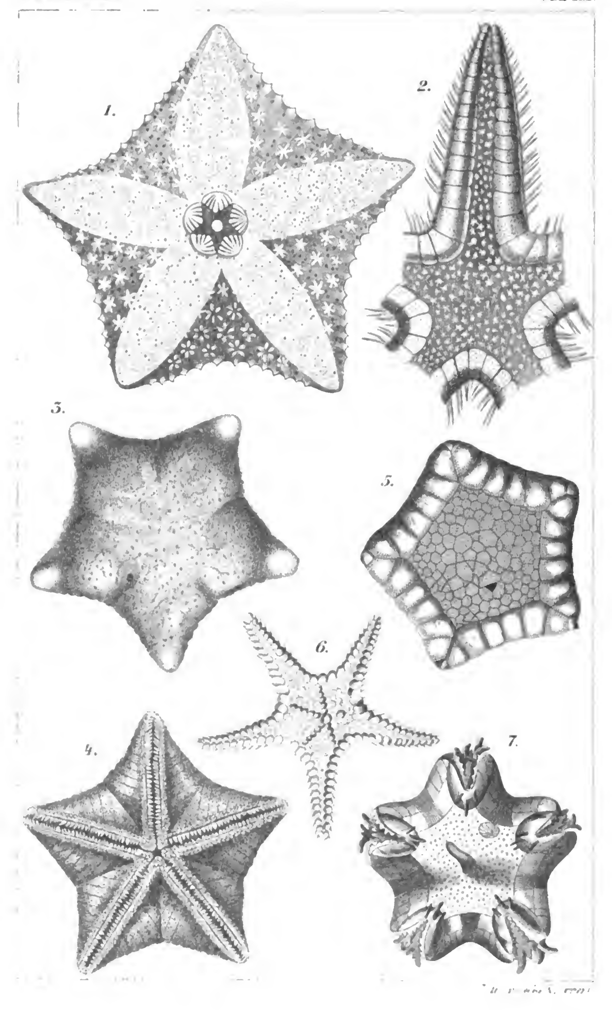
Erklärung von Tafel XII.

Asteroidea; Phanerozonia.

Fig.

1. *Hymenaster graniferus* Slad., von oben, $1^1/_2$ mal vergr.
2. *Astropecten cingulatus* Slad., von oben, 2 mal vergr.
3. *Rhegaster Murrayi* Slad., von oben, 2 mal vergr.
4. *Rhegaster Murrayi* Slad., von unten, 2 mal vergr.
5. *Pentagonaster minor* Koehler, von unten, 2 mal vergr.
6. *Cheiraster pedicellaris* Studer, von oben, nat. Gr.
7. *Porcellanaster tuberosus* Slad., 3 mal vergr.

Fig. 1, 2 nach Sladen (503), Fig. 3, 4 nach Sladen (499), Fig. 5 nach Koehler (Res. scientif. du Caudan, Paris 1896. Taf. 2, Fig. 5), Fig. 6 nach Studer (526), Fig 7 nach Sladen (503).


1.
2.
3.
5.
6.
4.
7.

Dr. H. G. BRONN'S
Klassen und Ordnungen
des
THIER-REICHS,
wissenschaftlich dargestellt

in Wort und Bild.

Zweiter Band. 3. Abtheilung.

Echinodermen (Stachelhäuter.)

Begonnen von

Dr. H. Ludwig,
Professor in Bonn.

Fortgesetzt von

Dr. Otto Hamann,
Professor in Berlin.

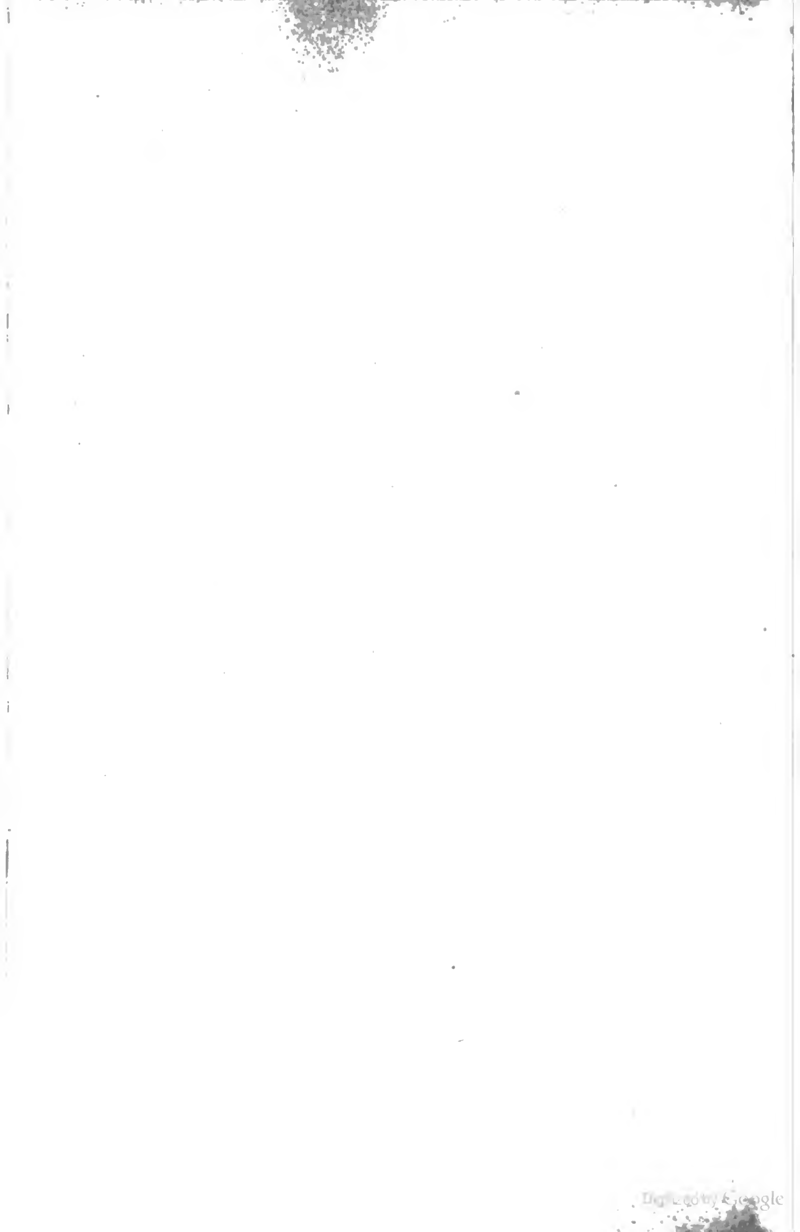
Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

25., 26., 27. u. 28. Lieferung.

Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1899.



Buchdruckerei d. Leipz. Tagebl. (E. Polz), Leipzig.




UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 00693 9063

